

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Electric motor-operated hand-held tools, transportable tools and lawn and garden machinery – Safety –
Part 1: General requirements**

**Outils électroportatifs à moteur, outils portables et machines pour jardins et pelouses – Sécurité –
Partie 1: Règles générales**



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2014 IEC, Geneva, Switzerland

All rights reserved. Unless otherwise specified, no part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from either IEC or IEC's member National Committee in the country of the requester. If you have any questions about IEC copyright or have an enquiry about obtaining additional rights to this publication, please contact the address below or your local IEC member National Committee for further information.

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'IEC ou du Comité national de l'IEC du pays du demandeur. Si vous avez des questions sur le copyright de l'IEC ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de l'IEC de votre pays de résidence.

IEC Central Office
3, rue de Varemè
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

Tel.: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00
info@iec.ch
www.iec.ch

About the IEC

The International Electrotechnical Commission (IEC) is the leading global organization that prepares and publishes International Standards for all electrical, electronic and related technologies.

About IEC publications

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC. Please make sure that you have the latest edition, a corrigenda or an amendment might have been published.

IEC Catalogue - webstore.iec.ch/catalogue

The stand-alone application for consulting the entire bibliographical information on IEC International Standards, Technical Specifications, Technical Reports and other documents. Available for PC, Mac OS, Android Tablets and iPad.

IEC publications search - www.iec.ch/searchpub

The advanced search enables to find IEC publications by a variety of criteria (reference number, text, technical committee,...). It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

Stay up to date on all new IEC publications. Just Published details all new publications released. Available online and also once a month by email.

Electropedia - www.electropedia.org

The world's leading online dictionary of electronic and electrical terms containing more than 30 000 terms and definitions in English and French, with equivalent terms in 14 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) online.

IEC Glossary - std.iec.ch/glossary

More than 55 000 electrotechnical terminology entries in English and French extracted from the Terms and Definitions clause of IEC publications issued since 2002. Some entries have been collected from earlier publications of IEC TC 37, 77, 86 and CISPR.

IEC Customer Service Centre - webstore.iec.ch/csc

If you wish to give us your feedback on this publication or need further assistance, please contact the Customer Service Centre: csc@iec.ch.

A propos de l'IEC

La Commission Electrotechnique Internationale (IEC) est la première organisation mondiale qui élabore et publie des Normes internationales pour tout ce qui a trait à l'électricité, à l'électronique et aux technologies apparentées.

A propos des publications IEC

Le contenu technique des publications IEC est constamment revu. Veuillez vous assurer que vous possédez l'édition la plus récente, un corrigendum ou amendement peut avoir été publié.

Catalogue IEC - webstore.iec.ch/catalogue

Application autonome pour consulter tous les renseignements bibliographiques sur les Normes internationales, Spécifications techniques, Rapports techniques et autres documents de l'IEC. Disponible pour PC, Mac OS, tablettes Android et iPad.

Recherche de publications IEC - www.iec.ch/searchpub

La recherche avancée permet de trouver des publications IEC en utilisant différents critères (numéro de référence, texte, comité d'études,...). Elle donne aussi des informations sur les projets et les publications remplacées ou retirées.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

Restez informé sur les nouvelles publications IEC. Just Published détaille les nouvelles publications parues. Disponible en ligne et aussi une fois par mois par email.

Electropedia - www.electropedia.org

Le premier dictionnaire en ligne de termes électroniques et électriques. Il contient plus de 30 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans 14 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.

Glossaire IEC - std.iec.ch/glossary

Plus de 55 000 entrées terminologiques électrotechniques, en anglais et en français, extraites des articles Termes et Définitions des publications IEC parues depuis 2002. Plus certaines entrées antérieures extraites des publications des CE 37, 77, 86 et CISPR de l'IEC.

Service Clients - webstore.iec.ch/csc

Si vous désirez nous donner des commentaires sur cette publication ou si vous avez des questions contactez-nous: csc@iec.ch.

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Electric motor-operated hand-held tools, transportable tools and lawn and garden machinery – Safety –
Part 1: General requirements**

**Outils électroportatifs à moteur, outils portables et machines pour jardins et pelouses – Sécurité –
Partie 1: Règles générales**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE **XH**
CODE PRIX

ICS 25.140.20

ISBN 978-2-8322-1402-2

**Warning! Make sure that you obtained this publication from an authorized distributor.
Attention! Veuillez vous assurer que vous avez obtenu cette publication via un distributeur agréé.**

CONTENTS

FOREWORD.....	4
INTRODUCTION.....	7
1 Scope.....	8
2 Normative references.....	9
3 Terms and definitions	13
4 General requirements	20
5 General conditions for the tests.....	20
6 Radiation, toxicity and similar hazards.....	23
7 Classification	24
8 Marking and instructions	24
9 Protection against access to live parts	35
10 Starting.....	36
11 Input and current	37
12 Heating.....	37
13 Resistance to heat and fire	42
14 Moisture resistance.....	43
15 Resistance to rusting	46
16 Overload protection of transformers and associated circuits	47
17 Endurance	47
18 Abnormal operation.....	48
19 Mechanical hazards	56
20 Mechanical strength.....	58
21 Construction	60
22 Internal wiring	70
23 Components	71
24 Supply connection and external flexible cords	76
25 Terminals for external conductors	82
26 Provision for earthing.....	84
27 Screws and connections	86
28 Creepage distances, clearances and distances through insulation	89
Annex A (normative) Measurement of creepage distances and clearances.....	96
Annex B (normative) Motors not isolated from the supply mains and having basic insulation not designed for the rated voltage of the tool.....	101
Annex C (normative) Leakage current	103
Annex D (normative) Electric strength	106
Annex E (informative) Methods of applying ISO 13849-1 to power tools	108
Annex F (informative) Rules for routine tests	110
Annex G Void.....	112
Annex H (normative) Determination of a low-power circuit	113
Annex I (informative) Measurement of noise and vibration emissions	114
Annex J Void.....	129
Annex K (normative) Battery tools and battery packs	130

Annex L (normative) Battery tools and battery packs provided with mains connection or non-isolated sources	149
Bibliography	167
Figure 1 – Test fingernail	93
Figure 2 – Flexing test apparatus	94
Figure 3 – Overload test of a class II armature	95
Figure A.1 – Clearance gap for parallel sided and V-shaped groove.....	97
Figure A.2 – Clearance gap for rib and uncemented joint with groove	98
Figure A.3 – Clearance gap for uncemented joint and diverging-sided groove	99
Figure A.4 – Clearance gap between wall and screw.....	100
Figure B.1 – Simulation of fault conditions	102
Figure C.1 – Diagram for leakage current measurement for single-phase connection and three-phase tools suitable for single-phase supply	104
Figure C.2 – Diagram for leakage current measurement for three-phase connection	105
Figure C.3 – Circuit of the leakage current meter	105
Figure H.1 – Example of an electronic circuit with low-power points	113
Figure I.1 – Test bench	126
Figure I.2 – Positions of a hand-held power tool and microphones for the hemispherical / cylindrical measurement surface	127
Figure I.3 – Microphone positions on a cubic measurement surface	127
Figure I.4 – Directions of vibration measurement	128
Figure K.1 – Measurement of clearances.....	148
Figure L.1 – Measurement of clearances	166
Table 1 – Maximum normal temperature rises (1 of 2)	40
Table 2 – Maximum outside surface temperature rises	42
Table 3 – Maximum winding temperature.....	49
Table 4 – Required performance levels	55
Table 5 – Impact energies	58
Table 6 – Test torques	59
Table 7 – Switch trigger force.....	64
Table 8 – Minimum cross-sectional area and AWG sizes of supply cords	78
Table 9 – Pull and torque value	80
Table 10 – Quick-connect terminals for earthing conductors	85
Table 11 – Torque for testing screws and nuts.....	87
Table 12 – Minimum creepage distances and clearances.....	90
Table D.1 – Test voltages.....	106
Table F.1 – Test voltages for the electric strength test.....	111
Table K.1 – Minimum creepage distances and clearances between parts of opposite polarity.....	147
Table L.1 – Minimum creepage distances and clearances between parts of opposite polarity.....	165

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

ELECTRIC MOTOR-OPERATED HAND-HELD TOOLS, TRANSPORTABLE TOOLS AND LAWN AND GARDEN MACHINERY – SAFETY –

Part 1: General requirements

FOREWORD

- 1) The International Electrotechnical Commission (IEC) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of IEC is to promote international co-operation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, IEC publishes International Standards, Technical Specifications, Technical Reports, Publicly Available Specifications (PAS) and Guides (hereafter referred to as “IEC Publication(s)”). Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
- 2) The formal decisions or agreements of IEC on technical matters express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested IEC National Committees.
- 3) IEC Publications have the form of recommendations for international use and are accepted by IEC National Committees in that sense. While all reasonable efforts are made to ensure that the technical content of IEC Publications is accurate, IEC cannot be held responsible for the way in which they are used or for any misinterpretation by any end user.
- 4) In order to promote international uniformity, IEC National Committees undertake to apply IEC Publications transparently to the maximum extent possible in their national and regional publications. Any divergence between any IEC Publication and the corresponding national or regional publication shall be clearly indicated in the latter.
- 5) IEC itself does not provide any attestation of conformity. Independent certification bodies provide conformity assessment services and, in some areas, access to IEC marks of conformity. IEC is not responsible for any services carried out by independent certification bodies.
- 6) All users should ensure that they have the latest edition of this publication.
- 7) No liability shall attach to IEC or its directors, employees, servants or agents including individual experts and members of its technical committees and IEC National Committees for any personal injury, property damage or other damage of any nature whatsoever, whether direct or indirect, or for costs (including legal fees) and expenses arising out of the publication, use of, or reliance upon, this IEC Publication or any other IEC Publications.
- 8) Attention is drawn to the Normative references cited in this publication. Use of the referenced publications is indispensable for the correct application of this publication.
- 9) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this IEC Publication may be the subject of patent rights. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 62841-1 has been prepared by IEC technical committee 116: Safety of motor-operated electric tools.

This standard is scheduled to cancel and replace the fourth edition of IEC 60745-1, published in 2006, the first edition of IEC 61029-1, published in 1990, and the fifth edition of IEC 60335-1, published in 2010, only with respect to requirements concerning lawn and garden machinery. The latter publications remain valid until they are withdrawn. This standard constitutes a technical revision.

This edition includes the following significant technical changes with respect to the fourth edition of IEC 60745-1:

- requirements in various clauses introduced or modified in order to include the requirements for transportable tools and lawn and garden machinery (formerly covered by IEC 61029-1 and IEC 60335-1);

- leakage current test and electric strength test moved from former Clauses 13 and 15 to Annexes C and D;
- former Clauses 29, 30 and 31 renumbered to become Clauses 6, 13 and 15;
- requirements for electronic **safety critical functions** added to Clause 18;
- requirements for switches revised and moved from Annex I to Clause 23;
- clarifications in respect to soft materials (elastomers) added to Clauses 9, 19 and 13;
- test finger in Figure 1 of IEC 60745-1 and test probe in Figure 2 of IEC 60745-1 replaced by references to basic IEC standards;
- requirements for Li-Ion battery systems added to Annexes K and L;
- Annex M removed.

The text of this standard is based on the following documents:

FDIS	Report on voting
116/156/FDIS	116/163/RVD

Full information on the voting for the approval of this standard can be found in the report on voting indicated in the above table.

This publication has been drafted in accordance with the ISO/IEC Directives, Part 2.

This Part 1 is to be used in conjunction with the appropriate parts of IEC 62841-2, IEC 62841-3 or IEC 62841-4 which contain clauses that supplement or modify the corresponding clauses in Part 1 to provide the relevant requirements for each type of product.

NOTE 1 In this standard, the following print types are used:

- requirements: in roman type
- *test specification: in italic type*
- Notes: in smaller roman type

Words in **bold** in the text are defined in Clause 3. When a definition concerns an adjective, the adjective and the associated noun are also in bold.

NOTE 2 In Annexes B, K and L, subclauses which are additional to those in the main body of the text are numbered starting from 201.

A list of all parts of the IEC 62841 series, under the general title: *Electric motor-operated hand-held tools, transportable tools and lawn and garden machinery – Safety*, can be found on the IEC website.

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC web site under "<http://webstore.iec.ch>" in the data related to the specific publication. At this date, the publication will be

- reconfirmed,
- withdrawn,
- replaced by a revised edition, or
- amended.

NOTE 3 The attention of National Committees is drawn to the fact that equipment manufacturers and testing organizations may need a transitional period following publication of a new, amended or revised IEC publication in which to make products in accordance with the new requirements and to equip themselves for conducting new or revised tests.

It is the recommendation of the committee that the content of this publication be adopted for implementation nationally not earlier than 36 months from the date of publication.

INTRODUCTION

Individual countries may wish to consider the application of this Part 1 of IEC 62841, so far as is reasonable, to tools not mentioned in an individual part of IEC 62841-2, IEC 62841-3 or IEC 62841-4 and to tools designed on new principles.

Examples of standards dealing with non-safety aspects of **hand-held tools, transportable tools and lawn and garden machinery** are

- standards dealing with EMC aspects;
- standards dealing with environmental aspects.

ELECTRIC MOTOR-OPERATED HAND-HELD TOOLS, TRANSPORTABLE TOOLS AND LAWN AND GARDEN MACHINERY – SAFETY –

Part 1: General requirements

1 Scope

This International Standard deals with the safety of electric motor-operated or magnetically driven:

- **hand-held tools** (IEC 62841-2);
- **transportable tools** (IEC 62841-3);
- **lawn and garden machinery** (IEC 62841-4).

The above listed categories are hereinafter referred to as “tools” or “machines”.

The **rated voltage** is not more than 250 V for single-phase a.c. or d.c. tools, and 480 V for three-phase a.c. tools. The **rated input** is not more than 3 700 W.

The limits for the applicability of this standard for battery tools are given in K.1 and L.1.

This standard deals with the hazards presented by tools which are encountered by all persons in the **normal use** and reasonably foreseeable misuse of the tools.

Tools with electric heating elements are within the scope of this standard.

Requirements for motors not isolated from the supply, and having **basic insulation** not designed for the **rated voltage** of the tools, are given in Annex B. Requirements for rechargeable battery-powered motor-operated or magnetically driven tools and the battery packs for such tools are given in Annex K. Requirements for such tools that are also operated and/or charged directly from the mains or a non-isolated source are given in Annex L.

Hand-held electric tools, which can be mounted on a support or working stand for use as fixed tools without any alteration of the tool itself, are within the scope of this standard and such combination of a **hand-held tool** and a support is considered to be a **transportable tool** and thus covered by the relevant Part 3.

This standard does not apply to:

- tools intended to be used in the presence of explosive atmosphere (dust, vapour or gas);
- tools used for preparing and processing food;
- tools for medical purposes;

NOTE 1 IEC 60601 series covers a variety of tools for medical purposes.

- tools intended to be used with cosmetics or pharmaceutical products;
- heating tools;

NOTE 2 IEC 60335-2-45 covers a variety of heating tools.

- electric motor-operated household and similar electrical appliances;

NOTE 3 IEC 60335 series covers a variety of electric motor-operated household and similar electrical appliances.

- electrical equipment for industrial machine-tools;

NOTE 4 IEC 60204 series deals with electrical safety of machinery.

- small low voltage transformer operated bench tools intended for model making, e.g. the making of radio controlled model aircraft or cars, etc.

NOTE 5 In the United States of America, the following conditions apply:

This standard deals with tools used in non-hazardous locations in accordance with the National Electrical Code, NFPA 70.

NOTE 6 In Canada, the following conditions apply:

This standard deals with tools used in non-hazardous locations in accordance with the Canadian Electric Code, Part 1, CSA C22.1, and General Requirements – Canadian Electrical Code, Part II, CAN/CSA-C22.2 No. 0.

2 Normative references

The following documents, in whole or in part, are normatively referenced in this document and are indispensable for its application. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

IEC 60061, *Lamp caps and holders together with gauges for the control of interchangeability and safety*, available at <http://std.iec.ch/iec60061>

IEC 60065:2001, *Audio, video and similar electronic apparatus – Safety requirements*¹
Amendment 2:2010
Amendment 1:2005

IEC 60068-2-75:1997, *Environmental testing – Part 2-75: Tests – Test Eh: Hammer tests*

IEC/TR 60083, *Plugs and socket-outlets for domestic and similar general use standardized in member countries of IEC*

IEC 60085:2007, *Electrical insulation – Thermal evaluation and designation*

IEC 60127 (all parts), *Miniature fuses*

IEC 60227 (all parts), *Polyvinyl chloride insulated cables of rated voltages up to and including 450/750 V*

IEC 60238, *Edison screw lampholders*

IEC 60245 (all parts), *Rubber insulated cables – Rated voltages up to and including 450/750 V*

IEC 60252-1, *AC motor capacitors – Part 1: General – Performance, testing and rating – Safety requirements – Guidance for installation and operation*

IEC 60320 (all parts), *Appliance couplers for household and similar general purposes*

IEC 60320-1, *Appliance couplers for household and similar general purposes – Part 1: General requirements*

IEC 60335-1:2010, *Household and similar electrical appliances – Safety – Part 1: General requirements*

¹ There exists a consolidated version (Edition 7.2:2011) which includes IEC 60065:2001 and its Amendment 1 (2005) and Amendment 2 (2010).

IEC 60384-14, *Fixed capacitors for use in electronic equipment – Part 14: Sectional specification – Fixed capacitors for electromagnetic interference suppression and connection to the supply mains*

IEC 60417, *Graphical symbols for use on equipment*, available at [http://www.graphical-symbols.info/graphical-symbols/equipment/db1.nsf/\\$enHome?OpenForm](http://www.graphical-symbols.info/graphical-symbols/equipment/db1.nsf/$enHome?OpenForm)

IEC 60529:1989, *Degrees of protection provided by enclosures (IP Code)*²
Amendment 1:1999
Amendment 2:2013

IEC 60664-1, *Insulation coordination for equipment within low-voltage systems – Part 1: Principles, requirements and tests*

IEC 60695-2-11:2000, *Fire hazard testing – Part 2-11: Glowing/hot-wire based test methods – Glow-wire flammability test method for end-products*

IEC 60695-2-13:2010, *Fire hazard testing – Part 2-13: Glowing/hot-wire based test methods – Glow-wire ignition temperature (GWIT) test method for materials*

IEC 60695-10-2:2003, *Fire hazard testing – Part 10-2: Abnormal heat – Ball pressure test*

IEC 60695-11-10:2013, *Fire hazard testing – Part 11-10: Test flames – 50 W horizontal and vertical flame test methods*

IEC 60730-1:2010, *Automatic electrical controls for household and similar use – Part 1: General requirements*

IEC 60825-1:2007, *Safety of laser products – Part 1: Equipment classification and requirements*

IEC 60884 (all parts), *Plugs and socket-outlets for household and similar purposes*

IEC 60906-1, *IEC system of plugs and socket-outlets for household and similar purposes – Part 1: Plugs and socket-outlets 16 A 250 V a.c.*

IEC 60990:1999, *Methods of measurement of touch current and protective conductor current*

IEC 60998-2-1, *Connecting devices for low-voltage circuits for household and similar purposes – Part 2-1: Particular requirements for connecting devices as separate entities with screw-type clamping units*

IEC 60998-2-2, *Connecting devices for low-voltage circuits for household and similar purposes – Part 2-2: Particular requirements for connecting devices as separate entities with screwless-type clamping units*

IEC 60999-1:1999, *Connecting devices – Electrical copper conductors – Safety requirements for screw-type and screwless-type clamping units – Part 1: General requirements and particular requirements for clamping units for conductors from 0,2 mm² up to 35 mm² (included)*

IEC 61000-4-2:2008, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-2: Testing and measurement techniques – Electrostatic discharge immunity test*

² There exists a consolidated version (Edition 2.2:2013) which includes IEC 60529:1989 and its Amendment 1 (1999) and Amendment 2 (2013).

IEC 61000-4-3:2006, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-3: Testing and measurement techniques – Radiated, radio-frequency, electromagnetic field immunity test*³
Amendment 1:2007
Amendment 2:2010

IEC 61000-4-4:2012, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-4: Testing and measurement techniques – Electrical fast transient/burst immunity test*

IEC 61000-4-5:2005, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-5: Testing and measurement techniques – Surge immunity test*

IEC 61000-4-6:2008, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-6: Testing and measurement techniques – Immunity to conducted disturbances, induced by radio-frequency fields*

IEC 61000-4-11:2004, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-11: Testing and measurement techniques – Voltage dips, short interruptions and voltage variations immunity tests*

IEC 61032:1997, *Protection of persons and equipment by enclosures – Probes for verification*

IEC 61056-1, *General purpose lead-acid batteries (valve-regulated types) – Part 1: General requirements, functional characteristics – Methods of test*

IEC 61058-1:2000, *Switches for appliances – Part 1: General requirements*⁴
Amendment 1:2001
Amendment 2:2007

IEC 61210, *Connecting devices – Flat quick-connect terminations for electrical copper conductors – Safety requirements*

IEC 61540:1997, *Electrical accessories – Portable residual current devices without integral overcurrent protection for household and similar use (PRCDs)*⁵
Amendment 1:1998

IEC 61558-1, *Safety of power transformers, power supplies, reactors and similar products – Part 1: General requirements and tests*

IEC 61558-2-4, *Safety of transformers, reactors, power supply units and similar products for supply voltages up to 1 100 V – Part 2-4: Particular requirements and tests for isolating transformers and power supply units incorporating isolating transformers*

IEC 61558-2-6, *Safety of transformers, reactors, power supply units and similar products for supply voltages up to 1 100 V – Part 2-6: Particular requirements and tests for safety isolating transformers and power supply units incorporating safety isolating transformers*

IEC 61558-2-16, *Safety of transformers, reactors, power supply units and similar products for supply voltages up to 1 100 V – Part 2-16: Particular requirements and tests for switch mode power supply units and transformers for switch mode power supply units*

³ There exists a consolidated version (Edition 3.2:2010) which includes IEC 61000-4-3:2006 and its Amendment 1 (2007) and Amendment 2 (2010).

⁴ There exists a consolidated version (Edition 3.2:2008) which includes IEC 61058-1:2000 and its Amendment 1 (2001) and Amendment 2 (2007).

⁵ There exists a consolidated version (Edition 1.1:1999) which includes IEC 61540:1997 and its Amendment 1 (2001).

IEC 61951-1, *Secondary cells and batteries containing alkaline or other non-acid electrolytes – Portable sealed rechargeable single cells – Part 1: Nickel-cadmium*

IEC 61951-2, *Secondary cells and batteries containing alkaline or other non-acid electrolytes – Portable sealed rechargeable single cells – Part 2: Nickel-metal hydride*

IEC 61960, *Secondary cells and batteries containing alkaline or other non-acid electrolytes – Secondary lithium cells and batteries for portable applications*

IEC 61984, *Connectors – Safety requirements and tests*

IEC 62133, *Secondary cells and batteries containing alkaline or other non-acid electrolytes – Safety requirements for portable sealed secondary cells, and for batteries made from them, for use in portable applications*

IEC 62233, *Measurement methods for electromagnetic fields of household appliances and similar apparatus with regard to human exposure*

IEC 62471, *Photobiological safety of lamps and lamp systems*

IEC/TR 62471-2:2009, *Photobiological safety of lamps and lamp systems – Part 2: Guidance on manufacturing requirements relating to non-laser optical radiation safety*

ISO 1463, *Metallic and oxide coatings – Measurement of coating thickness – Microscopical method*

ISO 2178, *Non-magnetic coatings on magnetic substrates – Measurement of coating thickness – Magnetic method*

ISO 2768-1, *General tolerances – Part 1: Tolerances for linear and angular dimensions without individual tolerance indications*

ISO 3744, *Acoustics – Determination of sound power levels and sound energy levels of noise sources using sound pressure – Engineering methods for an essentially free field over a reflecting plane*

ISO 3864-2, *Graphical symbols – Safety colours and safety signs – Part 2: Design principles for product safety labels*

ISO 3864-3, *Graphical symbols – Safety colours and safety signs – Part 3: Design principles for graphical symbols for use in safety signs*

ISO 4871:1996, *Acoustics – Declaration and verification of noise emission values of machinery and equipment*

ISO 5347 (all parts), *Methods for the calibration of vibration and shock pick-ups*

ISO 5349-1, *Mechanical vibration – Measurement and evaluation of human exposure to hand-transmitted vibration – Part 1: General requirements*

ISO 5349-2, *Mechanical vibration – Measurement and evaluation of human exposure to hand-transmitted vibration – Part 2: Practical guidance for measurement in the workplace*

ISO 7000:2012, *Graphical symbols for use on equipment – Index and synopsis*

ISO 7010, *Graphical symbols – Safety colours and safety signs – Registered safety signs*

ISO 7574-4, *Acoustics – Statistical methods for determining and verifying stated noise emission values of machinery and equipment – Part 4: Methods for stated values for batches of machines*

ISO 8041, *Human response to vibration – Measuring instrumentation*

ISO 9772:2012, *Cellular plastics – Determination of horizontal burning characteristics of small specimens subjected to a small flame*

ISO 11201, *Acoustics – Noise emitted by machinery and equipment – Determination of emission sound pressure levels at a work station and at other specified positions in an essentially free field over a reflecting plane with negligible environmental corrections*

ISO 11203, *Acoustics – Noise emitted by machinery and equipment – Determination of emission sound pressure levels at a work station and at other specified positions from the sound power level*

ISO 12100, *Safety of machinery – General principles for design – Risk assessment and risk reduction*

ISO 13849-1, *Safety of machinery – Safety-related parts of control systems – Part 1: General principles for design*

ISO 13850, *Safety of machinery – Emergency stop – Principles for design*

ISO/TR 11690-3, *Acoustics – Recommended practice for the design of low-noise workplaces containing machinery – Part 3: Sound propagation and noise prediction in workrooms*

ISO 16063-1, *Methods for the calibration of vibration and shock transducers – Part 1: Basic concepts*

EN 12096, *Mechanical vibration – Declaration and verification of vibration emission values*

ASTM B 258, *Standard specification for standard nominal diameters and cross-sectional areas of AWG sizes of solid round wires used as electrical conductors*

UL 969, *Standard for marking and labeling systems*

NOTE 1 In the United States of America, the following normative reference applies:

US, Code of Federal Regulations (CFR) Title 21, *Food and Drugs*.

NOTE 2 In Canada, the following normative reference applies:

C.R.C., c. 1370, Radiation Emitting Devices Regulations

NOTE 3 In Europe (EN 62841-1), the following normative references apply:

CR 1030-1, *Hand-arm vibration – Guidelines for vibration hazards reduction – Part 1: Engineering methods by design of machinery*

EN ISO 11688-1, *Acoustics – Recommended practice for the design of low-noise machinery and equipment – Part 1: Planning (ISO/TR 11688-1)*

3 Terms and definitions

For the purposes of this document, the following terms and definitions apply.

Where the terms voltage and current are used, they imply the r.m.s. values, unless otherwise specified.

Where in this standard the expressions “with the aid of a tool”, “without the aid of a tool”, and “requires the use of a tool”, are used, the word “tool” means a hand tool, for example a screwdriver, which may be used to operate a screw or other fixing means.

3.1

accessible part

conductive part or surface of insulating materials that can be touched by means of the test probe B of IEC 61032:1997

3.2

accessory

device that is attached only to the output mechanism of the tool

3.3

adjustable guard

guard which is adjustable as a whole or which incorporates adjustable part(s). For manually adjustable guards, the adjustment remains fixed during a particular operation

3.4

all-pole disconnection

disconnection of all supply conductors except the protective earthing (grounding) conductor by a single initiating action

3.5

attachment

device attached to the housing or other component of the tool and which may or may not be attached to the output mechanism and does not modify the **normal use** of the tool within the scope of this standard

3.6

basic insulation

insulation applied to **live parts** to provide protection against electric shock. Insulation applied to **live parts** not intended to provide electric shock protection is considered to be insulation for functional purposes, such as magnet wire insulation

3.7

battery

assembly of one or more **cells** intended to provide electrical current to the tool

3.8

class I tool

tool in which protection against electric shock does not rely on basic, double or **reinforced insulation** only, but which includes an additional safety precaution in that conductive **accessible parts** are connected to the protective earthing conductor in the fixed wiring of the installation in such a way that conductive **accessible parts** cannot become live in the event of a failure of the **basic insulation**

Note 1 to entry: Also considered as **class I tools** are tools with **double insulation** and/or **reinforced insulation** throughout, but also having an earthing terminal or earthing contact.

3.9

class II tool

tool in which protection against electric shock does not rely on **basic insulation** only, but in which additional safety precautions, such as **double insulation** or **reinforced insulation**, are provided, there being no provision for protective earthing or reliance upon installation conditions

3.10**class III tool**

tool in which protection against electric shock relies on supply at **safety extra-low voltage**, and in which voltages higher than those of **safety extra-low voltages** are not generated

3.11**class II construction**

part of a tool for which protection against electric shock relies upon **double insulation** or **reinforced insulation**

3.12**class III construction**

part of a tool for which protection against electric shock relies upon **safety extra-low voltage**, and in which voltages higher than those of **safety extra-low voltages** are not generated

3.13**clearance**

shortest distance between two conductive parts, or between a conductive part and the outer surface of the enclosure, considered as though metal foil were pressed into contact with accessible surfaces of insulating material, measured through air

Note 1 to entry: Examples of **clearances** are given in Annex A.

3.14**control device**

device used by the user to adjust and/or regulate an electrical or mechanical function of the tool

3.15**creepage distance**

shortest path between two conductive parts, or between a conductive part and the outer surface of the enclosure, considered as though metal foil were pressed into contact with accessible surfaces of insulating material, measured along the surface of the insulating material

Note 1 to entry: Examples of **creepage distances** are given in Annex A.

3.16**detachable part**

part which can be removed or opened without the aid of a tool, or a part which is removed in accordance with the instruction for use, except externally accessible brush caps, even if removal requires the use of a tool

Note 1 to entry: A non-detachable part is covered by the requirements of 21.22.

3.17**double insulation**

insulation system comprising both **basic insulation** and **supplementary insulation**

3.18**electronic circuit**

circuit incorporating at least one **electronic component**

3.19**electronic component**

part in which conduction is achieved principally by electrons moving through a vacuum, gas or semiconductor, with the exclusion of neon indicators

Note 1 to entry: Examples of **electronic components** are diodes, transistors, triacs and monolithic integrated circuits. Resistors, capacitors and inductors are not considered **electronic components**.

3.20**explosion**

failure that occurs, when an enclosure opens violently and major components are forcibly expelled in a manner that could result in injury

3.21**extra-low voltage**

voltage supplied from a source within the tool and, which, when the tool is supplied at **rated voltage**, does not exceed 50 V between conductors and between conductors and earth

3.22**fixed guard**

guard affixed in such a manner (e.g. by screws, nuts, welding) that it can only be opened or removed with the use of tools or by destruction of the affixing means

3.23**guard**

physical barrier, designed as part of the tool, to provide protection

3.24**hand-held tool**

tool intended to do mechanical work, with or without provisions for mounting on a support, and so designed that the motor and the machine form an assembly which can easily be brought to the place of operation, and which is either held or supported by hand or suspended during operation

Note 1 to entry: **Hand-held tools** include tools provided with a flexible shaft, the motor being either fixed or portable.

3.25**inherent operating cycle**

repetitive operation of a tool designed in such a way that the complete cycle duration cannot be altered by the operator

3.26**interconnection cord**

external flexible cord provided for electrical connections between two parts of a tool

3.27**lawn and garden machinery**

tool for garden maintenance

3.28**liquid system**

system that employs water or a water-based liquid from an external or integral supply that is used to perform the intended function of the tool

3.29**live part**

any conductor or conductive part intended to be energized in **normal use**, including a neutral conductor

3.30**mean time to dangerous failure****MTTF_d**

expectation of the mean time to dangerous failure

3.31**momentary power switch**

power switch that does not remain in the “on” position when the actuating device is released

3.32**non-self-resetting thermal cut-out**

thermal cut-out which requires a manual operation for resetting, or replacement of a part, in order to restore the current

Note 1 to entry: Manual operation also includes operation of the **power switch**.

3.33**non-isolated source**

voltage source in which the output is not isolated from the mains supply by means of a **safety isolating transformer**

3.34**normal operation**

conditions under which the tool is operated in **normal use** when it is connected to the power supply

3.35**normal use**

use of a tool for which it is designed, taking into account the manufacturer's instructions

3.36**power switch**

device that electrically activates the primary function of the tool in the “on” position and deactivates the same function of the tool in its “off” position

3.37**protective device**

device, the operation of which prevents a hazardous situation under abnormal operation conditions

3.38**protective impedance**

impedance connected between **live parts** and accessible conductive parts, and of value so that the current is limited to a safe value

3.39**rated current**

current assigned to the tool by the manufacturer

3.40**rated frequency**

frequency assigned to the tool by the manufacturer

3.41**rated frequency range**

frequency range assigned to the tool by the manufacturer, expressed by its lower and upper limits

3.42**rated input**

input in watts assigned to the tool by the manufacturer

3.43**rated no-load speed**

no-load speed assigned to the tool by the manufacturer

3.44**rated voltage**

voltage assigned to the tool by the manufacturer. For three-phase supply, it is the voltage between phases

3.45**rated voltage range**

voltage range assigned to the tools by the manufacturer, expressed by its lower and upper limits

3.46**reinforced insulation**

insulation of **live parts** which provides a degree of protection against electric shock equivalent to **double insulation**

Note 1 to entry: Examples of **reinforced insulation** are a single layer or several layers which cannot be tested singly as **basic insulation** or **supplementary insulation**.

3.47**residual current device****RCD**

device intended to detect a diversion of current from a circuit in a way that may expose the user to an electric shock; in such conditions the device opens the circuit

Note 1 to entry: Such a device is also known as portable **residual current device** (PRCD), ground fault circuit interrupter (GFCI) or earth leakage circuit breaker (ELCB).

3.48**safety critical function****SCF**

function(s) required by this standard, the loss of which would cause the tool to function in such a manner as to expose the user to a risk that is in excess of the risk that is permitted by this standard under abnormal conditions

3.49**safety extra-low voltage**

voltage not exceeding a peak value of 42,4 V between conductors and between conductors and earth, the no-load voltage not exceeding a peak value of 50 V, in an electric circuit which has galvanic separation from the supplying electric power system by such means as a **safety isolating transformer** or a converter with separate windings, the insulation of which complies with **double insulation** or **reinforced insulation** requirements

3.50**safety isolating transformer**

transformer, the input winding of which is electrically separated from the output winding by an insulation at least equivalent to **double insulation** or **reinforced insulation**, and which is intended to supply a distribution circuit, a tool or other equipment at **safety extra-low voltage**

3.51**self-resetting thermal cut-out**

thermal cut-out which automatically restores the current after the relevant part of the tool has cooled down to a given value

3.52**supplementary insulation**

independent insulation applied in addition to the **basic insulation**, in order to provide protection against electric shock in the event of a failure of the **basic insulation**

3.53**supply cord**

flexible cord, for supply purposes, which is fixed to the tool

3.54**temperature limiter**

temperature-sensing device, the operating temperature of which may be either fixed or adjustable, and which, during **normal operation**, operates by opening or closing a circuit when the temperature of the controlled part reaches a predetermined value

Note 1 to entry: This does not reverse this operation of opening or closing a circuit during the **normal operation** of the tool.

3.55**thermal cut-out**

device which, during abnormal operation, limits the temperature of the controlled part by automatically opening the circuit, or by reducing the current, the setting of which cannot be altered by the user

3.56**thermal link**

thermal cut-out which operates only once, and then requires partial or complete replacement

3.57**thermostat**

temperature-sensing device, the operating temperature of which may be either fixed or adjustable; and which, during **normal operation**, keeps the temperature of the controlled part between certain limits by automatically opening and closing a circuit

3.58**transportable tool**

tool that has the following characteristics:

- a) intended to be taken to various designated working areas. The tool performs work on the material that is either brought to the tool, the tool is mounted to the workpiece or the tool is placed in proximity of the workpiece;
- b) intended to be moved by one or two people, with or without simple devices to facilitate transportation, e.g. handles, wheels and the like;
- c) used in a stationary position set up on a bench, table, floor or incorporating a device that performs the function of a bench or table, with or without fixing, e.g. fast clamping devices, bolting and the like, or mounted to the workpiece;
- d) used under the control of an operator;
- e) either the workpiece or the tool is fed or introduced manually;
- f) not intended for continuous production or production line use;
- g) if mains operated, supplied with a flexible **supply cord** and plug

3.59**type X attachment**

method of attachment of the **supply cord** specified by the manufacturer so that it can easily be replaced

3.60

type Y attachment

method of attachment of the **supply cord** such that any replacement is intended to be made by the manufacturer, its service agent or similar qualified person

3.61

type Z attachment

method of attachment of the **supply cord** so that it cannot be replaced without breaking or destroying the tool

3.62

user maintenance

maintenance operation(s) which are intended to be carried out by the user in accordance with the instruction manual

3.63

working voltage

maximum voltage, without the effect of transient voltages, to which the part under consideration is subjected when the tool is supplied at its **rated voltage** and operating with **rated input** or **rated current**

4 General requirements

Tools shall be so constructed that they operate safely so as to cause no danger to persons or surroundings.

Tools that have clearly separate modes of operation shall comply separately with the requirements applicable to each specific mode of operation.

Multifunction tools shall comply separately with the applicable part of IEC 62841-2, IEC 62841-3 or IEC 62841-4 and shall take into account any other hazards due to the combination of functions.

NOTE In Europe (EN 62841-1), the above paragraph is not applicable.

Compliance is checked by fulfilling the relevant requirements and carrying out the relevant tests of this standard.

5 General conditions for the tests

5.1 *Tests according to this standard are type tests. General test conditions in Clause 5 apply unless otherwise specified in this standard.*

NOTE Annex F shows an example of routine tests.

5.2 *The tests are made on separate samples. However, at the manufacturer's discretion, fewer samples may be used.*

*The cumulative stress resulting from successive tests on **electronic circuits** is to be avoided. It may be necessary to replace components or to use additional samples.*

If several tests are conducted on a single sample, then the results shall not be affected by previous tests.

5.3 *If it is evident from the construction of the tool that a particular test is not applicable, the test is not made.*

5.4 *The tests are carried out with the tool, and/or any movable part of it, placed in the most unfavourable position that may occur in **normal use**.*

5.5 *Tools provided with controls or switching devices are tested with these controls or devices adjusted to their most unfavourable settings, if the setting can be altered by the user. Electronic speed **control devices** are set for the highest speed.*

If the adjusting means of the control is accessible without the aid of a tool, 5.5 applies whether the setting can be altered by hand or with the aid of a tool. If the adjusting means is not accessible without the aid of a tool, and if the setting is not intended to be altered by the user, 5.5 does not apply.

Adequate sealing is regarded as preventing alteration of the setting by the user.

5.6 *The tests are made in a draught-free location and at an ambient temperature of (20 ± 5) °C.*

If the temperature attained by any part is limited by a temperature sensitive device, the ambient temperature is, in case of doubt, maintained at (23 ± 2) °C.

5.7 *The test conditions related to frequency and voltage are specified in 5.7.1 to 5.7.3.*

5.7.1 *Tools for a.c. only are tested with a.c. at **rated frequency**, if marked, and those for a.c./d.c. are tested with the most unfavourable supply.*

*Tools for a.c. which are not marked with **rated frequency**, or marked with a **rated frequency range** of 50 Hz to 60 Hz or with 50/60 Hz, are tested with either 50 Hz or 60 Hz, whichever is the most unfavourable, unless the tool employs only series motors, in which case either frequency may be used.*

5.7.2 Tools having more than one **rated voltage** or having a **rated voltage range** are tested at the highest voltage.

5.7.3 For tests that require a value for **rated current** and with tools where there is no marked **rated current**, the value of the **rated current** is substituted by the current measured when the tool is operated at **rated input** at the lowest **rated voltage** or the lower value of the **rated voltage range**.

5.8 When alternative heating elements or **attachments** are made available for the tool by its manufacturer, the tool is tested with those heating elements or **attachments** which give the most unfavourable results.

5.9 Tools are tested with the specified flexible **supply cord** connected to the tool.

5.10 If **class I tools** have **accessible parts** which are not connected to an earthing terminal or earthing contact, and are not separated from **live parts** by an intermediate metal part which is connected to an earthing terminal or earthing contact, such parts are checked for compliance with the appropriate requirements specified for **class II construction**.

5.11 If **class I tools** or **class II tools** have parts operating at **safety extra-low voltage**, such parts are checked for compliance with the appropriate requirements specified for **class III tools**.

5.12 When testing **electronic circuits**, the supply is to be free from those perturbations from external sources that can influence the results of the tests.

5.13 If, in **normal use**, a heating element, if any, cannot be operated unless the motor is running, the element is tested with the motor running. If the heating element can be operated without the motor running, the element is tested with or without the motor running, whichever is the more unfavourable. Heating elements incorporated in the tool are connected to a separate supply unless otherwise specified.

5.14 For **attachments** performing a function which is within the scope of one of the relevant parts of IEC 62841-2, IEC 62841-3 or IEC 62841-4, the tests are made in accordance with that part of IEC 62841-2, IEC 62841-3 or IEC 62841-4.

5.15 If a torque is to be applied, the method of loading is chosen so as to avoid additional stresses, such as those caused by side thrust. Additional loads necessary for the correct operation of the tool are, however, taken into consideration.

If a brake is used for applying a load, it must be applied gradually to assure that the starting current does not affect the test. Modification of output means for purpose of loading is permitted for the connection to a brake.

5.16 Tools intended to be operated at **safety extra-low voltage** are tested using a supply transformer intended to be used with the tool.

5.17 If a requirement is based upon the mass of the tool, the mass shall be determined without **supply cord**, if any, and without tool bits or **accessories**, but with all equipment and **attachments** needed for **normal use**. Details of the required **accessories**, equipment and **attachments** are given in the relevant part of IEC 62841-2, IEC 62841-3 or IEC 62841-4.

If the tool is supplied with more than one **accessory**, equipment or **attachment**, the heaviest configuration shall be used to determine the mass.

5.18 *If linear and angular dimensions are specified without a tolerance, ISO 2768-1, class “c” is applicable.*

5.19 *All electrical measurements shall be made with a maximum measurement error of 5 %.*

Instruments for measuring voltage shall have an input resistance of at least 1 M Ω with a maximum parallel capacitance of 25 pF.

5.20 *Thermal equilibrium is considered achieved when the total deviation of three successive temperature rise readings, taken at 3 min intervals, does not exceed 4 K. For induction motors, a measurement time of 1 h is considered sufficient.*

For motors, thermal equilibrium may be evaluated by measuring the temperature of the stator laminations.

6 Radiation, toxicity and similar hazards

6.1 Tools shall not emit harmful radiation, or present a toxic or similar hazard.

Compliance is checked by the test, given in the relevant part of IEC 62841-2, IEC 62841-3 or IEC 62841-4, where necessary.

NOTE Previous studies have shown that the level of electromagnetic fields (EMF) emitted by power tools and garden machinery, measured in accordance with IEC 62233, is far below the applicable limits, provided the sole significant source of EMF is the motor, which is typically a universal, DC (with or without brushes), induction or solenoid motor. Therefore, a general measurement in accordance with IEC 62233 was regarded as not necessary.

6.2 If the tool is fitted with a laser to indicate a cutting line or the like, the laser class shall be 2M or lower, according to IEC 60825-1:2007.

In addition, the tool shall be marked with the symbol(s) as required by IEC 60825-1:2007 for the relevant laser class.

Compliance is checked by inspection.

6.3 If a tool is fitted with non-coherent light sources, users of tools shall be cautioned as to the risk of potential photo-biological harm, if such harm exists.

Depending on the type of light source, the requirements of 6.3.1, 6.3.2 or 6.3.3 apply.

6.3.1 Visible light indicators (pilot lamps) and Infrared sources used for signalling and communication are considered to have no risk of photo-biological harm and require no marking.

Compliance is checked by inspection.

6.3.2 Tools emitting visible light from electroluminescent, incandescent or LED sources are considered to be for short term, non-general light services use where exposure is both incidental and intermittent.

Tools emitting light from these sources shall be marked with one of the following:

- “**CAUTION** Do not stare at operating lamp”, or
- symbol IEC 60417-6041 (2010-08).

The marking may be omitted, if it can be demonstrated that the emitted light presents no reasonable risk of harm.

The emitted light is considered to present no reasonable risk or harm, if either

- the light emission at a distance of 200 mm along any direction of the tool is below 500 Lux; or
- the luminance light emission is less than 10 000 cd/m² in the range of visible light; or
- the light source (if not focused by external optics) is in Risk Group 1 or lower evaluated by the methods of IEC 62471; or
- the tool itself is evaluated by the methods of IEC 62471 and found to be in Risk Group 1 or lower.

Compliance is checked by measurement and by the methods specified in IEC 62471.

6.3.3 For light derived by sources other than those mentioned in 6.3.2, the product shall be evaluated by the methods of IEC 62471 and the markings shall be guided by 5.4 of IEC/TR 62471-2:2009.

Compliance is checked by inspection and by the methods specified in IEC 62471.

7 Classification

7.1 Tools shall be of one of the following classes with respect to protection against electric shock:

class I, class II, class III.

Compliance is checked by inspection and by the relevant tests.

7.2 Tools shall have the appropriate degree of protection against harmful ingress of water according to IEC 60529:2013. If a degree other than IPX0 is required this shall be specified in the relevant part of IEC 62841-2, IEC 62841-3 or IEC 62841-4.

Compliance is checked by inspection and by the relevant tests.

8 Marking and instructions

8.1 Tools shall be marked with rating information as follows:

- **rated voltage(s)** or **rated voltage range**, in volts. Tools for star-delta connection shall be clearly marked with the two **rated voltages** (for example 230 Δ/ 400 Y). A tool that complies with this standard for a voltage range, may also be marked with any single voltage or smaller voltage range within that range;
- symbol for nature of supply, unless the **rated frequency(ies)** or **rated frequency range** is marked. The symbol for nature of supply shall be placed next to the marking for **rated voltage**;
- **rated input**, in watts or **rated current**, in amperes. The **rated input** or **rated current** to be marked on the tool is the total maximum input or current that can be drawn from external circuit at the same time. If a tool has alternative components which can be selected by a **control device**, the **rated input** or **rated current** is that corresponding to the highest loading possible;
- symbol for **class II construction**, for **class II tools** only;
- IP number according to degree of protection against ingress of water other than IPX0. If the first numeral for the IP numbering is omitted, the omitted numeral shall be replaced by the letter X, for example IPX5.

Compliance is checked by inspection.

8.1.1 Tools having a range of rated values such as for voltage and frequency and which can be operated without adjustment throughout the range shall be marked with the lower and upper limits of the range separated by a hyphen.

Example:

115-230 V: The tool is suitable for any value within the marked range.

Tools having different rated values and which have to be adjusted for use of a particular value by the user or installer shall be marked with the different values separated by an oblique stroke. This requirement is also applicable to tools with provision for connection to both single-phase and multi-phase supplies.

Examples:

115/230 V: The tool is only suitable for the marked values.

230/400 V: The tool is only suitable for the voltages values indicated, 230 V being for single-phase operation and 400 V for three-phase operation.

Compliance is checked by inspection.

8.1.2 For tools marked with more than one **rated voltage**, a **rated voltage range** or with more than one **rated voltage range**, the **rated input** for each of these voltages shall be marked.

The upper and lower limits of the rated power input shall be marked on the tool so that the relation between input and voltage appears distinctly, unless the difference between the upper and lower limits of a **rated voltage range** does not exceed 20 % of the mean value of the range, in which case the marking for **rated input** may be related to the mean value of the range.

Compliance is checked by inspection.

8.2 Tools shall be marked with a safety warning in one of the following versions:

- “ WARNING – To reduce the risk of injury, user must read instruction manual”, or
- symbol M002 of ISO 7010, or
- the appropriate symbol stated in the relevant part of IEC 62841-2, IEC 62841-3 or IEC 62841-4.

If used, the word “WARNING” shall be in capital letters not less than 2,4 mm high and shall not be separated from either the cautionary statement or the symbol ISO 7000-0434A or ISO 7000-0434B (2004-01).

If used, the statement shall be verbatim except the term “operator’s manual” or “user guide” may be used for the term “instruction manual”.

If additional symbols are used, they shall be in accordance with ISO 7010 or be designed in accordance with ISO 3864-2 or ISO 3864-3.

Cautionary statements having the same signal word such as “ WARNING” may be combined into one paragraph under one signal word. The order of statements shall be markings required by IEC 62841-1, markings required by the relevant part of IEC 62841-2, IEC 62841-3 or IEC 62841-4 and then any optional markings.

Compliance is checked by inspection and by measurement.

8.3 Tools shall be marked with additional information as follows:

- the business name and address of the manufacturer and, where applicable, his authorised representative. Any address shall be sufficient to ensure contact. Country or state, city and postal code (if any) are deemed sufficient for this purpose;
- designation of the tool, designation of the tool may be achieved by a code that is any combination of letters, numbers or symbols, providing that this code is explained by giving the explicit designation such as “drill”, “planer” etc. in the instructions supplied with the tool;

NOTE 1 An example of such code is “A123-B”.

- designation of series or type, allowing the technical identification of the product. This may be achieved by a combination of letters and/or numbers and may be combined with the designation of tool;

NOTE 2 The term “designation of series or type” is also known as model number.

- the year of manufacture and a date code identifying at least the month of manufacture;
- for tools manufactured such that its parts are shipped separately for assembly by the end user, each part shall be marked with a distinct identification on the part or the package;
- “> 25 kg” if the mass of the tool is over 25 kg.

If additional markings are used, they shall not give rise to misunderstanding.

Compliance is checked by inspection.

8.4 Markings specified in 8.1 to 8.3 shall not be on a **detachable part** of the tool.

Markings specified in 8.2 and 8.3 shall be clearly discernible from the outside of the tool. For markings other than symbols, this may be achieved by the use of a fold-over label on power cords of tools with **type Y attachment** or **type Z attachment**. Other markings on the tool may be visible after removal of a cover, if necessary.

Indications for switches and controls shall be placed on or in the vicinity of these components; they shall not be placed on parts which can be repositioned, or positioned in such a way that the marking is misleading.

Compliance is checked by inspection.

8.5 If the tool can be adjusted to suit different **rated voltages**, the voltage to which the tool is adjusted shall be clearly discernible.

This requirement does not apply to tools for star-delta connection.

For tools where frequent changes in voltage setting are not required, this requirement is considered to be met if the **rated voltage** to which the tool is adjusted can be determined from a wiring diagram fixed to the tool. The wiring diagram may be on the inside of a cover which has to be removed to connect the supply conductors. It shall not be on a label loosely attached to the tool.

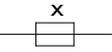
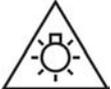
Compliance is checked by inspection.

8.6 For units the following shall be used:

- V volts
- A amperes
- Ah ampere-hours
- Hz hertz

W	watts
kW	kilowatts
F	farads
μ F	microfarads
l	litres
g	grams
kg.....	kilograms
bar	bars
Pa	pascals
h	hours
min.....	minutes
s.....	seconds
n_0	no-load speed
.../min or ...min ⁻¹	revolutions or reciprocations per minute (rpm)

For symbols the following shall be used:

	or d.c.	[symbol IEC 60417-5031 (2002-10)] direct current
	or a.c.	[symbol IEC 60417-5032 (2002-10)] alternating current
	.....	three-phase alternating current
3N	.....	three-phase alternating current with neutral
	.....	rated current of the appropriate fuse-link in amperes
	.....	time-lag miniature fuse-link where X is the symbol for the time/current characteristic, as given in IEC 60127
	.....	[symbol IEC 60417-5019 (2006-08)] protective earth
	.....	[symbol IEC 60417-5172 (2003-02)] class II tool
IPXX	.....	IP symbol
	.....	[symbol ISO 7000-0434A or ISO 7000-0434B (2004-01)] caution
	.....	[symbol M002 of ISO 7010] read the instructions
	.....	[symbol IEC 60417-5012 (2002-10)] lamp
		NOTE The rated wattage of the lamp may be indicated in association with this symbol.
	.....	[symbol IEC 60417-6041 (2010-08)] visible radiation, instructional safeguard
\emptyset	.....	diameter
Li-Ion	.....	lithium-ion battery

NiCd	.....nickel-cadmium battery
NiMH	.....nickel-metal hydride battery

If additional symbols are used, they shall not give rise to misunderstanding and be explained in the instructions.

When other units are used, the units and their symbols shall be those of the international standardized system.

Compliance is checked by inspection.

8.7 Tools to be connected to more than two supply conductors shall be provided with a connection diagram, fixed to the tool, unless the terminals are clearly identified.

The earthing conductor is not considered to be a supply conductor. For tools for star-delta connection, the wiring diagram shall show how the windings are to be connected.

Compliance is checked by inspection.

8.8 Except for **type Z attachment**, terminals shall be indicated as follows:

- Terminals intended exclusively for the neutral conductor shall be indicated by the letter N.
- Earthing terminals shall be indicated by the symbol IEC 60417-5019 (2006-08).

These indications shall not be placed on screws, removable washers or other parts which might be removed when conductors are being connected.

Compliance is checked by inspection.

8.9 Switches which may give rise to a hazard when operated shall be marked or so placed as to indicate clearly which part of the tool they control.

Compliance is checked by inspection.

8.10 The "off" position of a multi-stable **power switch** shall be indicated; the indication shall be the figure ○, as given by symbol IEC 60417-5008 (2002-10). A **momentary power switch** which can be locked in the "on" position is not considered as a multi-stable switch.

Push-buttons used only for the "off" function shall be indicated by marking the button/position with the figure ○ and the colour of the button shall be red or black.

The figure ○ shall not be used for any other indication.

NOTE The figure ○ can, for example, also be used on a digital programming keyboard.

For **transportable tools**, a power switch actuator or its cover shall not have a colour in a combination of yellow and red as specified for an emergency stop in accordance with ISO 13850.

When a flap/cover is provided and covers only the start button, the colour of the flap/cover shall not be black, red or yellow.

When a flap/cover is provided and covers the stop button, such flap/cover shall be red or black.

Compliance is checked by inspection.

8.11 Control devices intended to be adjusted during operation, shall be provided with an indication for the direction of adjustment to increase or to decrease the value of the characteristic being adjusted. An indication of + and – is considered to be sufficient for this requirement.

The requirement does not apply to **control devices** provided with an adjusting means, if its fully “on” position is opposite to its “off” position.

If figures are used for indicating the different positions, the “off” position shall be indicated by the figure 0 and the other positions shall be indicated by figures reflecting the greater output, input, speed, etc.

The indication for the different positions of the operating means of a **control device** shall be placed on the device itself, or adjacent to the operating means.

Compliance is checked by inspection.

8.12 Markings required by the standard shall be legible and durable. Signs shall be in contrast such as colour, texture, or relief, to their background such that the information or instructions provided by the signs are clearly legible when viewed with normal vision from a distance of (500 + 50) mm. Signs need not be in accordance with the blue colour requirements of ISO 3864-2.

Compliance is checked by inspection and by rubbing the marking by hand for 15 s with a piece of cloth soaked with water and again for 15 s with a piece of cloth soaked with petroleum spirit.

After the tests of 8.12, the marking shall be easily legible, it shall not be easily possible to remove markings.

*In considering the durability of the marking, the effect of **normal use** is taken into account. Thus, for example, marking by means of paint or enamel other than vitreous enamel on containers that are likely to be cleaned frequently is not considered to be durable.*

The petroleum spirit to be used for the test shall be a reagent grade hexane with a minimum of 85 % as n-hexane.

NOTE The designation “n-hexane” is the chemical nomenclature for a “normal” or straight chain hydrocarbon. An example of this petroleum spirit is also known as a certified ACS (American Chemical Society) reagent grade hexane (CAS #110-54-3).

If the marking has an adhesive backing, the adhesive backing shall be durable.

Compliance is checked by either meeting the requirements of UL 969 under the conditions of occasional exposure to oil, humidity and water, and appropriate for the surface to which it is applied, or by the following tests.

- *Three labels applied to the tools or a panel of the test surface material are placed in an oven for a minimum of 24 h with the oven is maintained at a temperature of (120 ± 2) °C, or alternatively for a minimum of 200 h at the temperature that the label is exposed to during the test of Clause 12.*
- *Six additional labels applied to the tool or a panel of the test surface material are placed in a controlled atmosphere maintained at 21 °C to 30 °C with a relative humidity of minimum 45 % for at least 24 h. After this conditioning, immerse three labels in water and the other three labels in IRM 903 oil at a temperature of 21 °C to 30 °C for 48 h.*
- *Three additional labels applied to the tool or a panel of the test surface material are placed in a controlled atmosphere maintained at 21 °C to 30 °C with a relative humidity of minimum 45 % for 72 h.*

After these conditionings, it shall not be easy to remove the label by scraping across the label with a flat steel blade of 0,8 mm thickness and any convenient width, held at right angles, and the label shall show no signs of curling.

8.13 If compliance with this standard depends upon the operation of a replaceable **thermal link** or fuse-link, the reference number or other means for identifying the link shall be marked on the link, or in a place that it is clearly visible after the link has failed, when the tool has been dismantled to the extent necessary for replacing the link.

This requirement does not apply to links which can only be replaced together with a part of the tool.

Compliance is checked by inspection.

8.14 An instruction manual and safety instructions shall be provided with the tool and packaged in such a way that is noticed by the user when the tool is removed from the packaging. An explanation of the symbols required by this standard and used on the tool shall be provided in either the instruction manual or the safety instructions.

They shall be written in the official language(s) of the country in which the tool is sold.

NOTE In Europe (EN 62841-1), the following additional requirement applies:

The words "Original instructions" shall appear on the language version(s) verified by the manufacturer or his authorised representative. Where no "Original instructions" exist in the official language(s) of the country where the tool is to be used, a translation into that/those language(s) shall be provided by the manufacturer or his authorised representative or by the person bringing the tool into the language area in question. The translations shall bear the words "Translation of the original instructions", and they shall be accompanied by a copy of the "Original instructions".

They shall be legible and contrast with the background.

They shall include the business name and address of the manufacturer and, where applicable, his authorised representative. Any address shall be sufficient to ensure contact. Country or state, city and postal code (if any) are deemed sufficient for this purpose.

They shall include the designation of the tool and series or type as required by 8.3, including description of machine such as "drill", "planer" etc.

8.14.1 The subjects of safety instructions are the "General Power Tool Safety Warnings" of Part 1 as given in 8.14.1.1, the specific tool safety warnings of the relevant part of IEC 62841-2, IEC 62841-3 or IEC 62841-4 and any additional safety warning statements deemed necessary by the manufacturer. The "General Power Tool Safety Warnings" and the specific tool safety warnings, if in English, shall be verbatim and in any other official language to be equivalent. The numbering of the safety instructions, as given below, is not mandatory and may be omitted or replaced by other sorting means such as bullets. The "General Power Tool Safety Warnings" may be separate from the instruction manual.

As the term "power tool" or "tool" is not appropriate for **lawn and garden machinery**, for these products an appropriate term such as "machine" may be used.

The term verbatim means word-for-word but permits the differences in spelling between English-speaking countries.

Format of all safety warnings must differentiate, by font, highlighting or similar means, the context of clauses as illustrated below.

All notes in the safety instructions are not to be printed, they are information for the designer of the manual.

8.14.1.1 General power tool safety warnings

⚠ WARNING Read all safety warnings, instructions, illustrations and specifications provided with this power tool. Failure to follow all instructions listed below may result in electric shock, fire and/or serious injury.

Save all warnings and instructions for future reference.

The term "power tool" in the warnings refers to your mains-operated (corded) power tool or battery-operated (cordless) power tool.

1) Work area safety

- a) **Keep work area clean and well lit.** Cluttered or dark areas invite accidents.
- b) **Do not operate power tools in explosive atmospheres, such as in the presence of flammable liquids, gases or dust.** Power tools create sparks which may ignite the dust or fumes.
- c) **Keep children and bystanders away while operating a power tool.** Distractions can cause you to lose control.

2) Electrical safety

- a) **Power tool plugs must match the outlet. Never modify the plug in any way. Do not use any adapter plugs with earthed (grounded) power tools.** Unmodified plugs and matching outlets will reduce risk of electric shock.
- b) **Avoid body contact with earthed or grounded surfaces, such as pipes, radiators, ranges and refrigerators.** There is an increased risk of electric shock if your body is earthed or grounded.
- c) **Do not expose power tools to rain or wet conditions.** Water entering a power tool will increase the risk of electric shock.
- d) **Do not abuse the cord. Never use the cord for carrying, pulling or unplugging the power tool. Keep cord away from heat, oil, sharp edges or moving parts.** Damaged or entangled cords increase the risk of electric shock.
- e) **When operating a power tool outdoors, use an extension cord suitable for outdoor use.** Use of a cord suitable for outdoor use reduces the risk of electric shock.
- f) **If operating a power tool in a damp location is unavoidable, use a residual current device (RCD) protected supply.** Use of an RCD reduces the risk of electric shock.

NOTE The term "residual current device (RCD)" can be replaced by the term "ground fault circuit interrupter (GFCI)" or "earth leakage circuit breaker (ELCB)".

3) Personal safety

- a) **Stay alert, watch what you are doing and use common sense when operating a power tool. Do not use a power tool while you are tired or under the influence of drugs, alcohol or medication.** A moment of inattention while operating power tools may result in serious personal injury.
- b) **Use personal protective equipment. Always wear eye protection.** Protective equipment such as a dust mask, non-skid safety shoes, hard hat or hearing protection used for appropriate conditions will reduce personal injuries.
- c) **Prevent unintentional starting. Ensure the switch is in the off-position before connecting to power source and/or battery pack, picking up or carrying the tool.** Carrying power tools with your finger on the switch or energising power tools that have the switch on invites accidents.
- d) **Remove any adjusting key or wrench before turning the power tool on.** A wrench or a key left attached to a rotating part of the power tool may result in personal injury.
- e) **Do not overreach. Keep proper footing and balance at all times.** This enables better control of the power tool in unexpected situations.

- f) **Dress properly. Do not wear loose clothing or jewellery. Keep your hair and clothing away from moving parts.** *Loose clothes, jewellery or long hair can be caught in moving parts.*
- g) **If devices are provided for the connection of dust extraction and collection facilities, ensure these are connected and properly used.** *Use of dust collection can reduce dust-related hazards.*
- h) **Do not let familiarity gained from frequent use of tools allow you to become complacent and ignore tool safety principles.** *A careless action can cause severe injury within a fraction of a second.*

4) Power tool use and care

- a) **Do not force the power tool. Use the correct power tool for your application.** *The correct power tool will do the job better and safer at the rate for which it was designed.*
- b) **Do not use the power tool if the switch does not turn it on and off.** *Any power tool that cannot be controlled with the switch is dangerous and must be repaired.*
- c) **Disconnect the plug from the power source and/or remove the battery pack, if detachable, from the power tool before making any adjustments, changing accessories, or storing power tools.** *Such preventive safety measures reduce the risk of starting the power tool accidentally.*
- d) **Store idle power tools out of the reach of children and do not allow persons unfamiliar with the power tool or these instructions to operate the power tool.** *Power tools are dangerous in the hands of untrained users.*
- e) **Maintain power tools and accessories. Check for misalignment or binding of moving parts, breakage of parts and any other condition that may affect the power tool's operation. If damaged, have the power tool repaired before use.** *Many accidents are caused by poorly maintained power tools.*
- f) **Keep cutting tools sharp and clean.** *Properly maintained cutting tools with sharp cutting edges are less likely to bind and are easier to control.*
- g) **Use the power tool, accessories and tool bits etc. in accordance with these instructions, taking into account the working conditions and the work to be performed.** *Use of the power tool for operations different from those intended could result in a hazardous situation.*
- h) **Keep handles and grasping surfaces dry, clean and free from oil and grease.** *Slippery handles and grasping surfaces do not allow for safe handling and control of the tool in unexpected situations.*

5) Service

- a) **Have your power tool serviced by a qualified repair person using only identical replacement parts.** *This will ensure that the safety of the power tool is maintained.*

8.14.1.2 The order of the safety warnings shall be in accordance with either item A) or B) and in accordance with item C):

- A) The IEC 62841-1 warnings are followed by the relevant part of IEC 62841-2, IEC 62841-3 or IEC 62841-4 warnings. The order of the warnings within IEC 62841-1 and the IEC 62841-2, IEC 62841-3 or IEC 62841-4 warnings shall remain as given above and in the relevant part of IEC 62841-2, IEC 62841-3 or IEC 62841-4.
- B) The IEC 62841-1 and the IEC 62841-2, IEC 62841-3 or IEC 62841-4 warnings may be divided into the sections defined by the numbered subtitles and the associated warnings below the numbered subtitle. The order of warnings within each section shall remain as given above and in the relevant part of IEC 62841-2, IEC 62841-3 or IEC 62841-4.

When warnings are presented in this manner, the title of the IEC 62841-1 "General Power Tool Safety Warnings" shall be omitted and the 1st sentence of the warnings in 8.14.1.1 and 8.14.1.3, if applicable, shall be modified as follows:

 **WARNING** Read all safety warnings designated by the  symbol and all instructions.

The sections of the safety warnings shall be presented in the related topic of the instruction manual.

The instruction manual section titles for IEC 62841-1 warnings shall have a format:

▲ General Power Tool Safety Warnings – [Section subtitle]

Example:

▲ General Power Tool Safety Warnings – Personal Safety

The instruction manual section titles for IEC 62841-2, IEC 62841-3 or IEC 62841-4 warnings shall have a format:

▲ [Tool category name] Safety Warnings – [Section subtitle]

Example:

▲ Circular Saw Safety Warnings – Cutting Procedures

If particular IEC 62841-2, IEC 62841-3 or IEC 62841-4 warnings do not have a numbered subtitle, then all warnings required by the particular IEC 62841-2, IEC 62841-3 or IEC 62841-4 shall be presented in the given order and the formatting rule above shall be followed without the [Section subtitle].

- C) Any additional warnings deemed necessary by the manufacturer, shall not be inserted within any of the IEC 62841-1 or IEC 62841-2, IEC 62841-3 or IEC 62841-4 warnings. They may be either appended to the section(s) of the IEC 62841-1 or IEC 62841-2, IEC 62841-3 or IEC 62841-4 in accordance with the topic of the safety warnings or located in any other part of the instruction manual.

8.14.1.3 If the safety instructions are separate from the instruction manual, then the following warnings shall be included in the instruction manual. These warnings, if in English, shall be verbatim and in any other official language to be equivalent.

▲ WARNING Read all safety warnings, instructions, illustrations and specifications provided with this power tool. *Failure to follow all instructions listed below may result in electric shock, fire and/or serious injury.*

Save all warnings and instructions for future reference.

8.14.2 The instruction manual shall be provided with the following, if appropriate.

- a) Instructions for putting into use
- 1) Setting-up or fixing power tools in a stable position as appropriate for power tools which can be mounted on a support or fixed to a bench or the floor;
 - 2) Assembly;
 - 3) Connection to power supply, cabling, fusing, socket type and earthing requirements;
 - 4) For tools adjustable to different **rated voltages**: instructions, illustrations, or both for changing the voltage. The terminal identification shall be provided if the motor connection has to be altered to operate at a voltage other than that for which it was connected when shipped from the factory;
 - 5) Illustrated description of functions;
 - 6) Limitations on ambient conditions;
 - 7) Fitting and adjusting of **guards** required by 19.1;
 - 8) Information about disassembly and reassembly if applicable for transportation and/or use.
- b) Operating instructions
- 1) Setting and testing;
 - 2) Tool changing;
 - 3) Clamping of the workpiece;

- 4) Limits on size of workpiece and type of material;
 - 5) General instructions for use;
 - 6) Identification of handle(s) and grasping surface(s) required by 19.4;
 - 7) For tools with electronic speed or load regulators which do not immediately restart the tool after a stalling: a warning that the tool will restart automatically if stalled;
 - 8) For **transportable tools** only: instruction on lifting and transportation.
- c) Maintenance and servicing instructions
- 1) **User maintenance**, such as cleaning, sharpening, lubricating, servicing and/or replacing of parts;
 - 2) Servicing by manufacturer or agent; list of addresses;
 - 3) List of user-replaceable parts and instruction how to replace them;
 - 4) Special tools which may be required;
 - 5) For power tools with **type X attachment**: instruction that, if the **supply cord** of this power tool is damaged, it must be replaced by a specially prepared **supply cord** available through the service organization;
 - 6) For power tools with **type Y attachment**: instruction that, if the replacement of the **supply cord** is necessary, this has to be done by the manufacturer or his agent in order to avoid a safety hazard;
 - 7) For power tools with **type Z attachment**: information that the **supply cord** of this power tool cannot be replaced, and the power tool shall be scrapped.
- d) For tools with a **liquid system**, the substance of the following, as appropriate:
- 1) Instructions for
 - the connection to the liquid supply;
 - the use of the liquid and the use of **attachments** to comply with 14.3 in order to
 - avoid the tool being affected by the liquid;
 - the inspection of hoses and other critical parts which could deteriorate;
 - the maximum permitted pressure of the liquid supply;
 - 2) For tools provided with an **RCD**
 - warning never to use the tool without the **RCD** provided with the tool;
 - instruction always to test the correct operation of the **RCD** before starting work, unless the **RCD** is of a self-checking type;
 - 3) For tools for use in combination with an isolating transformer: warning never to use the tool without the transformer delivered with the tool or of the type as specified in these instructions;
 - 4) Instruction that replacement of the plug or the **supply cord** shall always be carried out by the manufacturer of the tool or his service organization;
 - 5) Instruction to keep liquid clear of the parts of the tool and away from persons in the working area.

NOTE In Europe (EN 62841-1), the following additional requirements apply:

Emissions

- 1) The noise emission, measured in accordance with I.2, as follows:
 - A-weighted sound pressure level L_{pA} and its uncertainty K_{pA} , where L_{pA} exceeds 70 dB(A). Where L_{pA} does not exceed 70 dB(A), this fact shall be indicated;
 - A-weighted sound power level L_{WA} and its uncertainty K_{WA} , where the A-weighted sound pressure level L_{pA} exceeds 80 dB(A);
 - peak C-weighted instantaneous sound pressure value L_{pCpeak} , where this exceeds 63 Pa (130 dB in relation to 20 μ Pa).
- 2) Recommendation for the operator to wear hearing protection.

- 3) The vibration total value and its uncertainty measured in accordance with I.3.
When the vibration total value does not exceed $2,5 \text{ m/s}^2$, this shall be stated.
When the vibration total value exceeds $2,5 \text{ m/s}^2$, its value shall be given in the instructions.
- 4) The following information:
 - that the declared vibration total value has been measured in accordance with a standard test method and may be used for comparing one tool with another;
 - that the declared vibration total value may also be used in a preliminary assessment of exposure.
- 5) A warning:
 - that the vibration emission during actual use of the power tool can differ from the declared total value depending on the ways in which the tool is used; and
 - of the need to identify safety measures to protect the operator that are based on an estimation of exposure in the actual conditions of use (taking account of all parts of the operating cycle such as the times when the tool is switched off and when it is running idle in addition to the trigger time).

8.14.3 If information about the mass or weight of the tool is provided, it shall be the mass specified in 5.17.

Compliance is checked by inspection.

9 Protection against access to live parts

9.1 Tools shall be so constructed and enclosed that there is adequate protection against accidental contact with live parts. The requirement applies for all positions of the tool, even after removal of detachable parts and soft materials (elastomers), such as soft grip coverings.

Compliance is checked by inspection, and by the tests of 9.2 to 9.4, as applicable.

9.2 An **accessible part** is not considered to be live if:

- the part is supplied with **safety extra-low voltage**
- or
- the part is separated from **live parts** by **protective impedance**.

In the case of **protective impedance**, the current between the part and the supply source shall not exceed 2 mA for d.c., and its peak value shall not exceed 0,7 mA for a.c., and moreover:

- for voltages having a peak value over 42,4 V up to and including 450 V, the capacitance shall not exceed $0,1 \mu\text{F}$;
- for voltages having a peak value over 450 V up to and including 15 kV, the discharge shall not exceed $45 \mu\text{C}$.

*Compliance is checked by operating the tool at **rated voltage**. Voltages and currents are measured between the relevant parts and each pole of the supply source. Discharges are measured immediately after the interruption of the supply.*

The quantity of electricity in the discharge is measured using a resistor having a nominal non-inductive resistance of $2\,000 \Omega$. The quantity of electricity is calculated from the sum of all areas recorded on the voltage/time graph without taking voltage polarity into account.

NOTE Details of a suitable circuit for measuring the current are given in Figure C.3.

9.3 Lamps located behind a detachable cover are not removed, provided the tool can be isolated from the supply by means of a plug or an **all-pole disconnection**. However, during insertion or removal of lamps which are located behind a detachable cover, protection against contact with **live parts** of the lamp cap shall be ensured.

This excludes the use of screw type fuses and screw-type miniature circuit breakers which are accessible without the aid of a tool.

Test probe B of IEC 61032:1997 is applied with a force not exceeding 5 N, the tool being in every possible position except that tools normally used on the floor and having a mass exceeding 40 kg are not tilted. Through openings, the test probe is applied to any depth that the probe will permit, and it is rotated or angled before, during, and after insertion to any position.

If the opening does not allow the entry of the probe, a rigid test probe with the dimensions of the test probe B of IEC 61032:1997, but without any articulation, is used, the force on the probe is increased to 20 N and the test with the articulated test probe B of IEC 61032:1997 repeated.

*It shall not be possible to touch with the test probe **live parts** or **live parts** protected only by lacquer, enamel, ordinary paper, cotton, oxide film, beads or sealing compound.*

NOTE Lacquer, enamel, ordinary paper, cotton, oxide film on metal parts, beads and sealing compound, except self-hardening resins, are not considered to give the required protection against contact with **live parts**.

9.4 Test probe 13 of IEC 61032:1997 is applied with a force not exceeding 5 N through openings in **class II tools** and **class II constructions**, except for those giving access to lamp caps and **live parts** in socket-outlets.

The test probe is also applied through openings in earthed metal enclosures having a non-conductive coating such as enamel or lacquer.

*It shall not be possible to touch **live parts** with the test probe.*

9.5 **Class II tools** and **class II constructions** shall be so constructed and enclosed that there is adequate protection against accidental contact with **basic insulation**, and metal parts separated from **live parts** by **basic insulation** only.

Parts which are not separated from **live parts** by **double insulation** or **reinforced insulation** shall not be accessible.

This requirement applies for all positions of the tool, even after removal of **detachable parts**.

Compliance is checked by inspection and by applying the test probe B of IEC 61032:1997, as described in 9.3.

10 Starting

10.1 Tools shall start under all normal voltage conditions which may occur in use.

*Compliance is checked by starting the tool 10 times at no-load in succession at a voltage equal to 0,85 times the lowest **rated voltage** or 0,85 times the lower limit of the **rated voltage range**, **control devices** other than speed controls, if any, being set as in **normal use**.*

*Tools shall in addition be started 10 times in succession at a voltage equal to 1,1 times **rated voltage**.*

The interval between consecutive starts is made sufficiently long enough to prevent undue heating.

In all cases, the tool shall operate and overload protection devices incorporated in the tool shall not activate. Centrifugal and other automatic starting switches, if any, shall operate reliably, and without contact chattering.

10.2 Tools shall not draw excessive input current during starting that could lead to nuisance operation of facility mains over-current protection devices.

*Compliance is checked by starting the tool once at **rated voltage** and no-load with any speed controls set for maximum speed and all other **control devices** set as in **normal use**.*

*The current drawn by the tool at $(2,0 \pm 0,2)$ s after starting shall not exceed the greater of 30 A or 4 times the **rated current** of the tool.*

11 Input and current

The **rated input** or **rated current** shall be at least 110 % of the measured no-load input or current.

*Compliance is checked by measuring the power input or current of the tool when stabilized while all circuits which can operate simultaneously are in operation. The test shall be conducted without **accessories** attached or external load.*

*For tools marked with one or more **rated voltages**, the test is made at each of the **rated voltages**. For tools marked with one or more **rated voltage ranges**, the test is made at both the upper and lower limits of the ranges, unless the marking of the **rated input** is related to the mean value of the relevant voltage range, in which case the test is made at a voltage equal to the mean value of that range.*

12 Heating

12.1 Tools shall not attain excessive temperatures with **rated input** or **rated current**.

*Compliance is checked by determining the temperature rise of the various parts under the conditions specified in 12.2 to 12.5. Then the test of Clause C.3 at 1,06 times the **rated voltage** is made under heated conditions.*

12.2 *For tools with one or more **rated voltages**: The tool is operated at each **rated voltage**, under the load conditions specified in 12.2.1, the torque being applied is measured. While maintaining the previously measured torque, the voltage is then adjusted to 0,94 times the **rated voltage** and 1,06 times the **rated voltage**.*

The temperatures are measured at the most unfavourable of the two voltage settings. The temperatures that are measured by means of thermocouples are taken while the tool is operating.

*For tools with a **rated voltage range**: The tool is operated*

- *at the lower limit of the **rated voltage range**, under the load conditions specified in 12.2.1, the torque being applied is measured. While maintaining the previously measured torque, the voltage is then adjusted to 0,94 times the lower limit of the **rated voltage range**;*

and

- at the upper limit of the **rated voltage range**, under the load conditions specified in 12.2.1, the torque being applied is measured. While maintaining the previously measured torque, the voltage is then adjusted to 1,06 times the upper limit of the **rated voltage range**.

The temperatures are measured at the most unfavourable of the two voltage settings. The temperatures that are measured by means of thermocouples are taken while the tool is operating.

12.2.1 The load conditions for the heating test of 12.2 are as follows.

- For tools without an **inherent operating cycle**, the tool is operated with a torque load applied such that **rated input** or **rated current** is drawn until thermal equilibrium is reached.
- For tools with an **inherent operating cycle**, the tool is operated with a torque load applied such that **rated input** or **rated current** is drawn some time during each of the tool's operating cycles. The tool is cycled consecutively for 30 min.

12.3 This subclause provides specific test conditions for heating elements and cord storage devices.

12.3.1 Heating elements, if any, are operated under the conditions specified in Clause 11 of IEC 60335-1:2010, when the tool is operated at a voltage equal to 1,06 times the **rated voltage**.

12.3.2 For tools provided with an automatic cord reel, one third of the total length of the cord is unreeled. The temperature rise of the cord sheath is determined as near as possible to the hub of the reel and also between the two outermost layers of the cord on the reel.

For cord storage devices, other than automatic cord reels, which are intended to accommodate the **supply cord** partially while the tool is in operation, 50 cm of the cord is unwound. The temperature rise of the stored part of the cord is determined at the most unfavourable place.

12.4 Temperature rises, other than those of windings, are determined by means of fine-wire thermocouples so chosen and positioned that they have the minimum effect on the temperature of the part under test.

The temperature rise of electrical insulation, other than that of windings, is determined on the surface of insulation, at places where failure could cause a short circuit, contact between **live parts** and **accessible parts**, bridging of insulation, or reduction of **creepage distances** or **clearances** below the values specified in 28.1.

Temperature rises of windings are determined by the resistance method, unless the windings are non-uniform, or the method involves severe complications to make the necessary connections for the resistance measurement. In that case, the measurement is made by thermocouples.

In determining the temperature rises of handles, knobs, grips and the like, consideration is given to all parts which are gripped in **normal use**, and, if of insulating material, to those parts in contact with hot metal.

NOTE 1 If it is necessary to dismantle the tool to position thermocouples, a remeasurement of the **no-load input** is a method to check that the tool has been correctly reassembled.

NOTE 2 The point of separation of the cores of a multicore cord is an example of a place where thermocouples are positioned.

NOTE 3 Thermocouples having wires with a diameter not exceeding 0,3 mm are considered to be fine-wire thermocouples.

12.5 *During the test, **protective devices** shall not operate and sealing compound, if any, shall not flow out. The temperature rises shall not exceed the values shown in Tables 1a and 1b, except as allowed by 12.6.*

Table 1 – Maximum normal temperature rises (1 of 2)

Parts	Temperature rise K	
Windings ^a , if the insulation system is <ul style="list-style-type: none"> – class 105 – class 120 	75 90	(65) (80)
Windings ^a , if the insulation system according to IEC 60085:2007 is <ul style="list-style-type: none"> – class 130 – class 155 – class 180 – class 200 – class 220 – class 250 	95 115 140 160 180 210	(85)
Pins of appliance inlets: <ul style="list-style-type: none"> – for hot conditions – for cold conditions 	95 40	
Ambient of switches, temperature limiters ^b : <ul style="list-style-type: none"> – without <i>T</i>-marking – with <i>T</i>-marking 	30 <i>T</i> -25	
Rubber or polyvinyl chloride insulation of internal and external wiring, including supply cords : <ul style="list-style-type: none"> – without temperature rating ^c – with temperature rating (<i>T</i>) 	50 <i>T</i> -25	
Cord sheath used as supplementary insulation	35	
Rubber, other than synthetic, used for gaskets or other parts, the deterioration of which could affect safety: <ul style="list-style-type: none"> – when used as supplementary insulation or as reinforced insulation – in other cases 	40 50	
Lampholders E14 and B15: <ul style="list-style-type: none"> – metal or ceramic type – insulated type, other than ceramic – with <i>T</i>-marking 	130 90 <i>T</i> -25	
Material used as insulation other than that specified for wires and windings ^d <ul style="list-style-type: none"> – impregnated or varnished textile, paper or press board – laminates bonded with: <ul style="list-style-type: none"> • melamine-formaldehyde; phenol-formaldehyde or phenol-furfural resins • urea-formaldehyde resin – Printed circuit boards bonded with epoxy resin – moulding of: <ul style="list-style-type: none"> • phenol-formaldehyde with cellulose fillers • phenol-formaldehyde with mineral fillers • melamine-formaldehyde • urea-formaldehyde – polyester with glass-fibre reinforcement – silicone rubber – polytetrafluoroethylene – pure mica and tightly sintered ceramic material when such materials are used as supplementary insulation or reinforced insulation – thermoplastic material ^e 	70 85 65 120 85 100 75 65 110 145 265 400 –	(175) (150)

Table 1 (2 of 2)

Parts	Temperature rise K
Wood, in general ^f	65
Outer surface of capacitors ^g : <ul style="list-style-type: none"> <li data-bbox="199 421 943 459">– with marking of maximum operating temperature (<i>T</i>) <li data-bbox="199 459 943 497">– without marking of maximum operating temperature: <ul style="list-style-type: none"> <li data-bbox="247 497 943 557">• small ceramic capacitors for radio and television interference suppression <li data-bbox="247 557 943 618">• capacitors complying with IEC 60384-14 or 14.2 of IEC 60065:2011 <li data-bbox="247 618 943 645">• other capacitors ^g 	T-25 50 50 20
Parts in contact with oil having a flash-point of <i>t</i> °C	<i>t</i> -50
<p>^a To allow for the fact that the average temperature of windings of universal motors, relays, solenoids, etc., is usually above the temperature at the points on the windings where thermocouples are placed, the figures without parentheses apply when the resistance method is used, and those within parentheses apply when thermocouples are used. For windings of vibrator coils and a.c. motors, the figures without parentheses apply in both cases. For motors constructed so that the circulation of the air between the inside and the outside of the case is prevented, but not necessarily sufficiently enclosed to be called airtight, the temperature rise limits may be increased by 5 K.</p> <p>^b <i>T</i> signifies the maximum operating temperature.</p> <p>The ambient temperature of switches, thermostats and temperature limiters is the temperature of the air at the hottest point at a distance of 5 mm from the surface of the switch and component concerned.</p> <p>For the purpose of this test, switches and thermostats marked with individual ratings may be considered as having no marking for the maximum operating temperature, if requested by the tool manufacturer.</p> <p>^c This limit applies to cables, cords and wires complying with the relevant IEC standards; for others, it may be different. While no limit applies to connectors, it is recognized that these limits for wiring apply to internal wiring at the point where it is terminated in a connector.</p> <p>^d The values in parentheses apply, if the material is used for handles, knobs, grips and the like, and is in contact with hot metal.</p> <p>^e There is no specific limit for thermoplastic material, which has to withstand the tests of 13.1, for which purpose the temperature rise must be determined.</p> <p>^f The limit specified concerns the deterioration of wood, and it does not take into account deterioration of surface finishes.</p> <p>^g There is no limit for the temperature rise of capacitors which are short-circuited in 18.6.</p> <p>If other materials than those mentioned in the table are used, they are not to be subjected to temperatures in excess of their thermal capabilities as determined by ageing tests.</p> <p>The value of the temperature rise of a winding is calculated from the formula:</p> $\Delta t = \frac{R_2 - R_1}{R_1} (k + t_1) - (t_2 - t_1)$ <p>where</p> <p>Δt is the temperature rise;</p> <p>R_1 is the resistance at the beginning of the test;</p> <p>R_2 is the resistance at the end of the test;</p> <p><i>k</i> is equal to 234,5 for copper windings, and 225 for aluminium windings;</p> <p>t_1 is the ambient temperature at the beginning of the test;</p> <p>t_2 is the ambient temperature at the end of the test.</p> <p>At the beginning of the test, the windings are to be at ambient temperature. It is recommended that the resistance of windings at the end of the test be determined by taking resistance measurements as soon as possible after switching off, and then at short intervals so that a curve of resistance against time can be plotted for ascertaining the resistance at the instant of switching off.</p>	

Table 2 – Maximum outside surface temperature rises

Parts	Temperature rise K
External enclosure, except handles held in normal use	60
Handles, knobs, grips, and the like which, in normal use , are continuously held:	
– of metal	30
– of porcelain or vitreous material	40
– of moulded material, rubber or wood	50
Handles, knobs, grips, and the like which, in normal use , are held for short periods only (e.g. switches):	
– of metal	35
– of porcelain or vitreous material	45
– of moulded material, rubber or wood	60

12.6 The following tests shall be conducted when the temperature rises of the armature and/or field windings exceed the values in Table 1 or when there is doubt with regards to the temperature classification of the insulation system.

Three samples of the armature and/or field are subjected to the following tests.

- a) *Windings are kept for 10 days (240 h) in a heating cabinet, the temperature of which is (80 ± 2) °C in excess of the temperature rise of the windings determined according to 12.4. Then the samples shall be gradually cooled to ambient temperature without introducing thermal shock.*
- b) *After this treatment, no interturn short circuit shall occur.*
- c) *The samples are then subjected to a humidity treatment as specified in 14.1.*
- d) *Immediately after this treatment, they shall withstand the tests of Annex D.*

NOTE The use of a growler is one method to detect interturn short circuits.

Faults which may occur in insulation, which did not show an excessive temperature rise during the test of 12.4, are ignored and are repaired, if necessary, in order to complete the tests of 12.6.

13 Resistance to heat and fire

13.1 The following parts shall be sufficiently resistant to distortion due to heat, if this could cause the tool to fail to comply with this standard:

- parts of thermoplastic material provided as an enclosure to comply with Clause 9;
- parts of thermoplastic material supporting current carrying parts;
- parts of thermoplastic material providing **supplementary insulation** or **reinforced insulation**.

For the purpose of 13.1, “supporting” means that the retention of the current carrying part by the insulating material is relied upon to fulfil 28.1. Contact alone does not constitute support.

This requirement does not apply to:

- insulation and sheath of flexible **supply cords** or internal wiring;
- cord guards;
- ceramic materials;
- insulating parts of motors: e.g. shaft insulation, end spiders, slot liners, wedges, commutators.

Compliance is checked by subjecting the relevant part of thermoplastic material to the ball pressure test of IEC 60695-10-2:2003. Any soft materials (elastomers), such as soft grip coverings, shall be removed.

The required thickness may be obtained by using two or more sections of the part.

The test is carried out at a temperature of (40 ± 2) °C plus the maximum temperature rise determined during the test of Clause 12, but it shall be at least

- *(75 ± 2) °C, for parts provided as an enclosure to comply with Clause 9 and for parts providing **supplementary insulation** or **reinforced insulation**;*
- *(125 ± 2) °C, for parts supporting current carrying parts.*

13.2 Parts of non-metallic material shall be adequately resistant to ignition and to spread of fire.

This requirement does not apply to

- internal parts that are more than 13,0 mm from an arcing part such as a commutator, unenclosed switch contacts, and the like;
- internal parts that are more than 1,0 mm from a non-arcing uninsulated **live part**, such as a bus bar, a connecting strap, a terminal, enamelled wire, and the like;
- internal parts that are 1,0 mm or less from connections or conductors carrying 0,2 A or less during **normal operation** or from a low power-circuit as described in Annex H;
- the insulation of wires;
- gears, cams, belts, bearings, fans, decorative trims, knobs which would contribute negligible fuel to fire;
- ceramic materials;
- insulating parts of motors: e.g. shaft insulation, end spiders, slot liners, wedges, commutators;
- small parts, the plastic content of which is less than 5 g;
- other external parts not likely to be ignited or to propagate flames originating from inside the tool.

Compliance is checked by one of the following:

- *subjecting parts of non-metallic material, or representative specimens no thicker than the relevant parts, to the glow-wire test of IEC 60695-2-11:2000, which is carried out at 550 °C;*
- *the material is classified at least HB according to IEC 60695-11-10:2013 provided that the test sample was no thicker than the relevant part;*
- *the material has a glow wire ignition temperature of at least 575 °C according to IEC 60695-2-13:2010 provided that the test sample was no thicker than the relevant part.*

Parts for which the above cannot be carried out, such as those made of soft or foamy material, shall meet the requirements specified in ISO 9772:2012 for category HBF material, the test sample being no thicker than the relevant part.

14 Moisture resistance

14.1 Tools shall be proof against humid conditions which may occur.

Compliance is checked by the following humidity test.

Cable entries, if any, are left open; if knock-outs are provided, one of them is opened.

Electrical components, covers, and other parts which can be removed without the aid of a tool are removed and subjected, if necessary, to the humidity test with the main part.

The humidity treatment is carried out in a humidity cabinet containing air with a relative humidity of (93 ± 3) %, obtained e.g. by placing in the humidity cabinet a saturated solution of Na₂SO₄ or KNO₃ in water, having a sufficiently large contact surface with the air. The temperature of the air, at all places where samples can be located, is maintained within 2 K of any convenient value t between 20 °C and 30 °C. In order to achieve the specified conditions within the cabinet, it is necessary to ensure constant circulation of the air within and, in general, to use a cabinet which is thermally insulated.

Before being placed in the humidity cabinet, the sample is brought to a temperature between t and $(t + 4)$ °C. The tool is considered to be brought to the specified temperature by keeping it at this temperature for at least 4 h before the humidity treatment.

The tool is kept in the cabinet for 48 h.

*Immediately after this test, the tool shall withstand the tests of Clause C.2 at **rated voltage**. Then the tool shall withstand the test of Annex D in the humidity cabinet, or in the room in which the tool was brought to the prescribed temperature after reassembly of those parts which may have been removed.*

*In addition a test of Clause D.2 is applied between accessible metal parts and the **supply cord** which is wrapped with metal foil where it is located in an inlet bushing, a cord guard or a cord anchorage, any clamping screws being tightened to the torque specified in Table 11. The test voltage is 1 250 V for **class I tools** and 1 750 V for **class II tools**.*

14.2 The enclosure of the tool shall provide the degree of protection against moisture in accordance with the classification of the tool.

Compliance is checked by the appropriate treatment specified in 14.2.2, with the tool conditions as in 14.2.1.

14.2.1 *The tool is not connected to the supply.*

Tools are turned continuously at approximately 1 rev/min through the most unfavourable positions during the test.

Electrical components, covers and other parts which can be removed without the aid of a tool are removed and subjected, if necessary, to the relevant treatment with the main part.

14.2.2 *Tools other than IPX0 are subjected to tests of IEC 60529:2013 as follows:*

- IPX1 tools are subjected to the test described in 14.2.1;*
- IPX2 tools are subjected to the test described in 14.2.2;*
- IPX3 tools are subjected to the test described in 14.2.3a;*
- IPX4 tools are subjected to the test described in 14.2.4a;*
- IPX5 tools are subjected to the test described in 14.2.5;*
- IPX6 tools are subjected to the test described in 14.2.6;*
- IPX7 tools are subjected to the test described in 14.2.7.*

For this last test, the tool is immersed in water containing approximately 1,0 % NaCl.

Immediately after the appropriate treatment, the tool shall withstand the electric strength test of Annex D, and inspection shall show that there is no trace of water on insulation which could

result in a reduction of **creepage distances** and **clearances** below the values specified in 28.1.

14.3 Liquid systems or spillage of liquid shall not subject the user to an increased risk of electrical shock.

Compliance is checked by the following test:

*The **residual current device**, if any, shall be disabled during the test. Electrical components, covers and other parts which can be removed without the aid of a tool are removed, except those fulfilling the test of 21.22.*

The tool is prepared with approximately 1,0 % NaCl solution in the following modes if applicable:

- *as described in 8.14.2;*
- *the liquid container of the tool is completely filled, and a further quantity, equal to 15 % of the capacity of the container, or 0,25 l, whichever is the greater, is poured in steadily over a period of 60^{+0}_{-10} s, while the tool is resting in its filling position according to 8.14.2 d);*
- *a detachable liquid container is filled completely and mounted and dismantled 10 times on the tool.*

*In each applicable preparation, the tool is operated at **rated voltage** in each position consistent with the relevant part of IEC 62841-2, IEC 62841-3 or IEC 62841-4 and the instructions according to 8.14.2 b) for 1 min while monitoring the leakage current as in Clause C.3. During the test the leakage current shall not exceed:*

- *2 mA for a **class II tool**;*
- *5 mA for a **class I tool**.*

*Following this test, the tool shall meet the electric strength test of D.2 between **live parts** and **accessible parts** after being allowed to dry for 24 h at ambient temperature.*

14.4 Liquid systems shall not subject the user to an increased risk of electrical shock by components not capable of withstanding the pressure during operation.

Compliance is checked by the following test.

*The **residual current device**, if any, shall be disabled during the test.*

*The **liquid system** is closed and an approximately 1,0 % NaCl solution at a hydrostatic pressure equal to twice the pressure stated in 8.14.2 d) 1) is applied for 1 h.*

The tool is then placed for 1 min, in all positions consistent with the relevant part of IEC 62841-2, IEC 62841-3 or IEC 62841-4 and the instructions according to 8.14.2 b) while monitoring the leakage current as in Clause C.2. During the test the leakage current shall not exceed:

- *2 mA for a **class II tool**;*
- *5 mA for a **class I tool**.*

*Following this test, the tool shall meet the electric strength test of Clause D.2 between **live parts** and **accessible parts** after being allowed to dry for 24 h at ambient temperature.*

14.5 Residual current devices used to provide protection from shock in the case of failure of the **liquid system** shall comply with IEC 61540:1999 and shall meet the following requirements a) to c):

- a) The **RCD** shall disconnect both mains conductors, but not the earth conductor if provided, when the leakage exceeds 10 mA and with a maximum response of 300 ms.

Compliance is checked by inspection and the test of 9.9.2 of IEC 61540:1999. In addition, during the test, the earthing conductor shall not become disconnected.

- b) The **RCD** shall be reliable for its intended use.

*Compliance is checked at **rated voltage** by operating the **residual current device** under conditions of simulated leakage as in a) above during conditions of locked rotor of the tool for 50 cycles. The **residual current device** shall operate correctly for all cycles.*

- c) The **RCD** shall be installed such that it is unlikely to be removed during use or normal maintenance.

*This requirement is considered fulfilled if the **residual current device** is fixed to the tool or the power **supply cord** connected to the tool.*

*Where fitted in the **supply cord** the **residual current device** shall be provided with **Type Y attachment** or **Type Z attachment** for connection with the **supply cord** and **interconnection cord**.*

Compliance is checked by inspection.

15 Resistance to rusting

15.1 Ferrous parts used to conduct electricity and those mechanical parts specified in the relevant part of IEC 62841-2, IEC 62841-3 or IEC 62841-4 shall be adequately protected against rusting.

Compliance is checked by the following test.

All grease is removed from the parts to be tested by immersing them in a suitable degreasing agent for 10 min.

The parts are then immersed for 10 min in a 10 % solution of ammonium chloride in water at a temperature of (20 ± 5) °C.

Without drying, but after shaking off any drops, the parts are placed for 10 min in a box containing air saturated with moisture at a temperature of (20 ± 5) °C.

When using the liquids specified for the test, adequate precautions must be taken to prevent the inhalation of their vapours.

After the parts have been dried for 10 min in a heating cabinet at a temperature of (100 ± 5) °C, their surfaces shall show no signs of rust when viewed with normal vision from a distance of (500 ± 50) mm.

Traces of rust on sharp edges and any yellowish film removable by rubbing are ignored.

For small helical springs and the like, and for parts exposed to abrasion, a layer of grease may provide sufficient protection against rusting. Such parts are only subjected to the test if there is doubt about the effectiveness of the grease film, and the test is then made without previous removal of the grease.

16 Overload protection of transformers and associated circuits

Tools incorporating circuits supplied from a transformer shall be so constructed that, in the event of short circuits which are likely to occur, excessive temperatures do not occur in the transformer, or in the circuits associated to the transformer.

Examples of short-circuits which are likely to occur are the short-circuiting of bare or inadequately insulated conductors of **safety extra-low voltage** circuits which are accessible, and the internal short-circuiting of lamp filaments.

A failure of insulation complying with the requirements specified for **basic insulation** of class I or **class II construction** is not, for the purpose of this requirement, considered as likely to occur.

*Compliance is checked by applying the most unfavourable short circuit or overload which is likely to occur in **normal use**, the tool being operated as follows:*

- for tools with **rated voltage(s)**, the tool is operated at a voltage equal to 1,06 times or 0,94 times **rated voltage**, whichever is the more unfavourable;
- for tools with a **rated voltage range**, the tool is operated at a voltage equal to 1,06 times the upper limit of the **rated voltage range** or at a voltage equal to 0,94 times the lower limit of the **rated voltage range**, whichever is the more unfavourable.

*The temperature rise of the insulation of the conductors of **safety extra-low voltage** circuits is determined, and shall not exceed the relevant value specified in Table 1 by more than 15 K.*

The winding temperature of transformers shall not exceed the value specified for windings in Table 3, except for transformers which comply with IEC 61558-1.

NOTE Protection of transformer windings can be, for example, obtained by the inherent impedance of the winding, or by means of fuses, automatic switches, **thermal cut-outs** or similar devices incorporated in the transformer, or similar devices located inside the tool only accessible with the aid of a tool.

17 Endurance

17.1 Tools shall be so constructed that there will be no electrical or mechanical failure that might impair compliance with this standard. The insulation shall not be damaged and contacts and connections shall not work loose as a result of heating, vibrations, etc.

Moreover, overload protection devices incorporated in the tool shall not activate under normal running conditions.

Compliance is checked by the test of 17.2 and, for tools provided with a centrifugal or other starting switch, also by the test of 17.3.

*Immediately after these tests, the tool shall withstand an electric strength test as specified in Annex D, the test voltages being, however, reduced to 75 % of the specified values. Connections shall not have worked loose, and there shall be no deterioration impairing safety in **normal use**.*

17.2 Hand-held tools and transportable tools are operated intermittently at no-load.

NOTE 1 Requirements for **lawn and garden machinery** are specified in the relevant part of IEC 62841-4.

Each cycle of operation comprises an "on" period of 100 s and an "off" period of 20 s, the "off" periods being included in the specified operating time. If the cycle of operation limited by the construction and/or marking is less than 100 s "on" and 20 s "off", then this cycle may be used.

The tool may be switched on and off by means of a switch other than that incorporated in the tool unless this disables a functionality of the tool switch.

Hand-held tools are operated for 24 h at a voltage equal to 1,1 times the highest **rated voltage** or 1,1 times the upper limit of the **rated voltage range**, and then for 24 h at a supply voltage equal to 0,9 times the lowest **rated voltage** or 0,9 times the lower limit of the **rated voltage range**. The 24 h of operation need not be continuous. During the test, the tool is placed in three different positions, the operating time, at each test voltage, being approximately 8 h for each position.

NOTE 2 The change of position is made to prevent abnormal accumulation of carbon dust in any particular place. Examples of the three positions are horizontal, vertically up and vertically down.

Transportable tools are operated for 12 h at a voltage equal to 1,1 times the highest **rated voltage** or 1,1 times the upper limit of the **rated voltage range**, and then for 12 h at a supply voltage equal to 0,9 times the lowest **rated voltage** or 0,9 times the lower limit of the **rated voltage range**. The 12 h of operation need not be continuous. During the test, the tool is placed in its normal operating position according to 8.14.2.

During this test, replacement of the carbon brushes is allowed, and the tool is oiled and greased as in **normal use**. If mechanical failure occurs and does not impair compliance with this standard, the part that failed may be replaced.

If the temperature rise of any part of the tool exceeds the temperature rise determined during the test of 12.1, forced cooling or rest periods may be applied, the rest periods being excluded from the specified operating time. If forced cooling is applied, it shall not alter the air flow of the tool or redistribute carbon deposits.

During these tests, overload protection devices incorporated in the tool shall not activate.

17.3 Tools provided with a centrifugal or other automatic starting switch are started 10 000 times at **rated input** or **rated current**, and at a voltage equal to 0,9 times the lowest **rated voltage** or 0,9 times the lower limit of the **rated voltage range**, the operating cycle being that specified in 17.2.

18 Abnormal operation

18.1 Tools shall be so designed that the risk of fire and mechanical damage impairing safety and the protection against electric shock as a result of abnormal operation is obviated as far as is practicable.

Compliance is checked by the tests of 18.3 to 18.4 under the conditions specified in 18.2 applying the acceptance criteria of 18.1.1.

18.1.1 During the tests, the tool shall not emit flames or molten metal, checked by inspection.

After the tests, and when the tool has returned to within 5 K of the ambient temperature, compliance with Clause 9 shall be maintained and the tool shall withstand the electric strength test of Annex D between **live parts** and **accessible parts**.

If the tool can still operate at the conclusion of the test, it shall continue to comply with 19.1 but without repeating the tests of Clause 20.

18.2 Fuses, **non-self-resetting-thermal cut-outs**, overcurrent protection devices or the like, incorporated into the tool, may be used to provide the necessary protection. **Electronic circuits** that are relied upon for protection shall be evaluated for this **safety critical function** as in 18.8.

Unless otherwise specified, the tests are continued until a **protective device** operates, or until steady conditions are established or an open circuit occurs. If it is an intentionally weak part that is permanently open-circuited to terminate the test, the relevant test is repeated on a second sample. This second test shall be terminated in the same way, unless the test is otherwise satisfactorily completed.

An intentionally weak part is a part intended to fail under conditions of abnormal operation so as to prevent the occurrence of a condition which could impair compliance with this standard. Such a part may be a replaceable component, such as a resistor, a capacitor, or a **thermal link**, or a part of a component to be replaced, such as an inaccessible and non-resettable **thermal cut-out** incorporated in a motor.

18.3 Tools incorporating a series motor are operated without **accessories** at a voltage equal to 1,3 times **rated voltage** for 1 min at no-load.

During the test, parts shall not be ejected from the tool. After this test, the tool need not be capable of further use.

An additional device incorporated in the tool to limit the speed may operate during the test.

18.4 Tools incorporating multiphase induction motors are operated, starting from cold,

- for 30 s, if they are kept switched on by hand or continuously loaded by hand;
- or otherwise, for 5 min;

with one phase disconnected, and under the torque produced while operated at **rated voltage** or the mean value of the **rated voltage range** with **rated input** or **rated current**.

At the end of the test period specified, or at the instant of operation of fuses, **thermal cut-outs**, motor protection devices, and the like, the temperature of the windings shall not exceed the values shown in Table 3.

Table 3 – Maximum winding temperature

Class	105	120	130	155	180	200	220	250
Temperature °C	200	215	225	240	260	280	300	330

18.5 Protection against electric shock shall not be impaired when a **class II tool** or a **class I tool** employing **class II construction** (see 5.10) is subjected to running overload conditions.

For tools other than **lawn and garden machinery** covered by a relevant part of IEC 62841-4 with

- series motors, compliance is checked by the test of 18.5.1. In the case of a **class I tool** with a series motor employing a class II armature construction, the test of 18.5.1 is replaced by the test of 18.5.2;
- motors having electronically commutated stator windings, compliance is checked by the test of 18.5.4;
- other motors, compliance is checked by the test of 18.5.3.

For **lawn and garden machinery**, the required test is specified in the relevant part of IEC 62841-4.

18.5.1 All fuses, **thermal cut-outs**, overload protectors and the like specified in 18.2 that are accessible or can be reset by the user without the aid of a tool and any self-resetting **protective devices** are shorted.

The function of **electronic circuits** that prevent the tool from operating at 160 % of the **rated current** shall be disabled unless that function has been evaluated as a **safety critical function** in accordance with 18.8. The tool is connected to a minimum 12 kVA circuit.

The leakage current between **live parts** and **accessible parts**, that are not grounded by class I construction, is measured in accordance with Clause C.3 and is monitored throughout the test and after the test until the leakage current has stabilized or decreases. The leakage current shall not exceed 2 mA.

The tool is operated at **rated voltage**. The tool is loaded to 160 % of the **rated current**. The mechanical load is maintained for either 15 min or until the tool open-circuits or flame appears. If the tool will not operate at 160 %, the tool is stalled for 15 min or until the tool open-circuits or flame appears. If either condition occurs, immediately switch off the current and, if flames appear, extinguish with CO₂ extinguisher.

After the tool has returned to within 5 K of the ambient temperature, an electric strength test per Clause D.2 is performed between **live parts** and those **accessible parts** that are not grounded by class I construction as follows:

- if a tool does not operate after the 15 min, apply a 1 500 V electric strength test;
- if a tool still operates after the 15 min, apply a 2 500 V electric strength test.

If the tool has permanently open-circuited due to an over temperature condition before 15 min has elapsed for any reason except the opening of a motor winding, the test shall be repeated. This second test shall be terminated in the same mode unless the test is otherwise satisfactorily completed.

If the test terminated due to a non-self-resetting thermal limit function of an **electronic circuit**, this circuit shall either be bypassed or evaluated as a **safety critical function** in 18.8.

If the tool has permanently open-circuited for reasons other than above, the cause is determined and bypassed in a new sample and the test is repeated.

18.5.2 A sample of the armature is connected to a minimum 12 kVA circuit.

The leakage current between the commutator segments and the armature shaft, is measured with 1,06 times the tool's **rated voltage** applied between the commutator segments, located 180° apart, and the armature shaft (see Figure 3). The leakage current is monitored throughout the test and after the test until it has stabilized or decreases. The leakage current shall not exceed 2 mA.

The armature is subjected to carry 160 % of the **rated current**. The current is applied to the commutator segments that are located 180° apart. The current, without further adjustment, is applied for either 15 min or until the armature open-circuits or flame appears. If either condition occurs, immediately open S1 of Figure 3 and, if flames appear, extinguish with CO₂ extinguisher.

After the armature has returned to within 5 K of the ambient temperature, a 1 500 V electric strength test per Clause D.2 is performed between the commutator segments and the armature shaft.

18.5.3 *The tool is connected to a minimum 12 kVA circuit and is operated under stalled conditions and under the conditions in 18.2 by*

- *locking the rotor of tools for which the locked rotor torque is smaller than the full load torque;*
- *locking moving parts of other tools.*

If a tool has more than one motor, the test is carried out for each motor separately.

Tools incorporating motors and having capacitors in the circuit of an auxiliary winding are operated with the rotor locked, the capacitors being open-circuited one at a time. The test is repeated with the capacitors short-circuited one at a time unless they are of class P2 of IEC 60252-1.

*Other tools are supplied at **rated voltage** for a period*

- *of 30 s for*
 - **hand-held tools,**
 - *tools that have to be kept switched on by hand or foot, and*
 - *tools that are continuously loaded by hand;*
- *of 5 min for other tools that are operated while attended. Tools that are tested for 5 min are indicated in the relevant part of IEC 62841-3 or IEC 62841-4.*

During the test, the temperature of the windings shall not exceed the relevant value specified in Table 3 and the acceptance criteria of 18.1.1 shall be applied.

18.5.4 *Motors with electronically commutated stator windings are evaluated under conditions that represent all possible static faults of the outputs of the motor drive circuitry unless such circuitry has a protective function to prevent these faults which has been evaluated as an **SCF** in accordance with 18.8 with a minimum $PL = a$.*

NOTE For example, all possible static faults in a delta configured brushless motor with phases A, B and C energized by a three-phase motor drive circuit would be tested by two cases:

1. applying the motor drive circuitry supply voltage between phases A and B shorted together and phase C; and
2. applying the motor drive circuitry supply voltage between phase A and phase B with phase C open.

A new sample is used for each representative fault.

*All fuses, **thermal cut-outs**, overload protectors and the like specified in 18.2 that are accessible or can be reset by the user without the aid of a tool and any self-resetting **protective devices** are shorted.*

*The leakage current between **live parts** and **accessible parts**, that are not grounded by class I construction, is measured in accordance with Clause C.3 and is monitored throughout the test and after the test until the leakage current has stabilized or decreases. The leakage current shall not exceed 2 mA.*

The windings are energized by applying the voltage of the source for the motor drive circuitry for either 15 min or until the winding open-circuits or flame appears. If either condition occurs, immediately switch off the current and, if flames appear, extinguish with CO₂ extinguisher.

*After the tool has returned to within 5 K of the ambient temperature, an electric strength test per Clause D.2 is performed between **live parts** and those **accessible parts** that are not grounded by class I construction as follows:*

- *if any winding is open circuited, apply a 1 500 V electric strength test;*
- *if no windings are open circuited, apply a 2 500 V electric strength test.*

18.6 Electronic circuits shall be so designed and applied so that a fault condition will not render the tool unsafe with regard to electric shock, fire hazard or accessibility to moving parts.

Compliance is checked by evaluation of the fault conditions specified in 18.6.1 for all circuits or parts of circuits.

*The tool containing the circuit is to be placed on a soft wood surface covered by two layers of tissue paper; the sample is to be covered by one layer of untreated 100 % cotton medical gauze. The tool is operated at **rated voltage**. A new sample can be used for each fault listed in 18.6.1.*

No charring or burning of the gauze or tissue paper shall result. Charring is defined as a blackening of the gauze caused by combustion. Discolouration of the gauze caused by smoke is acceptable. Charring or igniting of the tissue paper or gauze from the means that is used to create the short is not regarded as a failure.

Protection against electric shock as specified in Clause 9 shall be maintained.

Protection against accessibility to moving parts as specified in 19.1 shall be maintained, if the test resulted in new openings being created in the enclosure.

*If a circuit fulfils the requirements of a low power circuit as described in Annex H and there is no risk of electric shock or the loss of a **safety critical function** as defined in 18.8, then this evaluation is not performed.*

*If the circuit is encapsulated with an insulating material with a minimum thickness of 0,5 mm and there is no risk of loss of a **safety critical function**, then the circuit may be evaluated by open-circuiting of any connection and short-circuiting of any two connections to the encapsulated circuit. Encapsulation is not necessary to fully cover electrolytic capacitors.*

NOTE 1 In general, encapsulation effectively limits the likelihood of the spread of fire within the encapsulated circuit. Electrolytic capacitors often require an unobstructed surface to allow venting under fault conditions.

*Any fuse, **thermal cut-outs, thermal links, temperature limiters**, electronic devices or any component(s) or conductor(s) that interrupt the current may operate during the above tests, provided at least any of the following is fulfilled:*

- *the test is repeated and passed two more times, using two additional samples; or*
- *the tool withstands the test of 18.6.1 with the fuse, **thermal cut-out** or **thermal link** bridged; or*
- *if a miniature fuse link complying with IEC 60127 operates, the tool withstands the test of 18.6.2.*

If a conductor of a printed circuit board becomes open-circuited, the tool is considered to have withstood the particular test, provided all of the following conditions are met:

- *any loosened conductor does not reduce the **creepage distances** or **clearances** between **live parts** and accessible conductive parts below the values specified in Clause 28;*
- *the tool withstands the test when repeated with the open-circuited conductor bridged or, alternatively, the test may be repeated two more times, using two additional samples, providing each test opens the conductor at the same point.*

NOTE 2 Examination of the tool and its circuit diagram will reveal the fault conditions which have to be simulated through circuit analysis, so that testing can be limited to those cases which may be expected to give the most unfavourable result.

18.6.1 The following fault conditions are considered and, if necessary, applied one at a time, consequential faults being taken into consideration:

- a) short-circuit of **creepage distances** and **clearances** between conductive parts of different polarity, if these distances are less than the values specified in Clause 28, unless the relevant part is encapsulated;
- b) open-circuit at the terminal of any component;
- c) short-circuit of capacitors, unless they comply with IEC 60384-14;
- d) short-circuit of any two terminals of an **electronic component**, other than a monolithic integrated circuit. This fault is not applied between the two circuits of an optocoupler;
- e) failure of triacs in the diode mode;
- f) failure of a monolithic integrated circuit or other circuits that cannot be assessed by the fault conditions a) to e). In this case the possible hazardous situations of the tool are assessed to ensure that safety does not rely on the correct functioning of such a component. All possible output signals are considered under fault conditions within the integrated circuit. If it can be shown that a particular output signal is unlikely to occur, then the relevant fault is not considered.

Components such as thyristors and triacs are not subjected to fault condition f).

Positive temperature coefficient resistors (PTC's) are not short-circuited if they are used within their manufacturer's declared specification.

For simulation of the conditions, the tool is operated at no-load adjusted to maximum output speed.

The test is conducted until failure or until one of the following occurs:

- for mains-operated tools, the tool no longer draws supply current; or
- steady conditions are established; or
- the test samples return to within 5 K of the ambient temperature; or
- a test period of 3 h has elapsed.

18.6.2 If the safety of the tool depends upon the operation of a miniature fuse-link complying with IEC 60127 during any of the fault conditions specified in 18.6.1, the test results of 18.6.1 are acceptable, provided the test is repeated but with the miniature fuse-link replaced by an ammeter. If the current measured

- does not exceed 2,1 times the rated current of the fuse-link, the circuit is not considered to be adequately protected and the test is carried out with the fuse-link short-circuited;
- is at least 2,75 times the rated current of the fuse-link, the circuit is considered to be adequately protected;
- is between 2,1 times and 2,75 times the rated current of the fuse-link, the fuse-link is short-circuited and the test is carried out
 - for the relevant period or for 30 min, whichever is the shorter, for quick acting fuse-links;
 - for the relevant period or for 2 min, whichever is the shorter, for time lag fuse-links.

In case of doubt, the maximum resistance of the fuse-link has to be taken into account when determining the current.

NOTE The verification whether the fuse-link acts as a protecting device is based on the fusing characteristics specified in IEC 60127-3, which also gives the information necessary to calculate the maximum resistance of the fuse-link.

18.7 Switches or other devices for motor reversal shall withstand the stresses occurring when the sense of rotation is reversed under running conditions where such a reversal is possible.

Compliance is checked by the following test.

*The tool is operated at a voltage equal to **rated voltage** at no-load; the device for reversing the sense of rotation being in such a position that the rotor rotates in one direction at full speed.*

The direction of the rotation is then reversed, without the device resting in an intermediate "off" position.

This operation sequence is performed 25 times.

After the test, the switch shall have no electrical or mechanical failure. If the switch operates properly in the "on" and "off" positions at the end of the test, it is considered to have no mechanical or electrical failure.

18.8 Electronic circuits providing safety critical functions

18.8.1 General

Electronic circuits that provide **safety critical functions** shall be

- reliable
- and
- not susceptible to loss of **safety critical function** due to exposure to electromagnetic environmental stresses encountered in anticipated environments.

*Compliance is checked by exposing these **electronic circuits** to the immunity tests described in*

- 18.8.2 to 18.8.6 for **electronic circuits** with no internal clock frequency or oscillator frequency higher than 15 MHz;
- 18.8.2 to 18.8.7 for all other **electronic circuits**;

*which shall be passed without a loss of the **safety critical function**. The tests are carried out with the tool supplied at **rated voltage** or the mean value of the **rated voltage range**, unless the difference between the upper and lower limit of the **rated voltage range** is greater than 20 % of the mean value of the range, in which case the test is conducted at both the upper and lower limits of the **rated voltage range**.*

*In addition, these **electronic circuits** shall be evaluated using the fault conditions of 18.6.1 but shall not result in a loss of any **safety critical function** or shall place and maintain the tool into a safe state while the fault condition is present. If the concept of 18.6.1 is not appropriate due to the design of the **electronic circuit** (e.g. in the case of a single channel design), then its reliability shall be evaluated by the methods of ISO 13849-1. Required performance levels for applicable **safety critical functions** are specified by the relevant part of IEC 62841-2, IEC 62841-3 or IEC 62841-4. Typical **safety critical functions** are indicated in Table 4.*

NOTE 1 An example for a safe state is a tool that is inoperable.

Table 4 – Required performance levels

Type and purpose of SCF	Minimum Performance Level (PL)
Power switch – prevent unwanted switch-on	*
Power switch – provide desired switch-off	*
For tools where marking with the direction of rotation is required by the relevant part of IEC 62841-2, IEC 62841-3 or IEC 62841-4: Provide desired direction of rotation	*
Any electronic control to pass the test of 18.3	*
For tools covered by 19.6: Overspeed prevention to prevent output speed above 130 % of rated (no-load) speed	*
For tools other than those covered by 19.6 or with output speed increases that do not exceed 130 % of rated (no-load) speed: Any speed limiting device	Not a SCF
Restart prevention, if required by the relevant part of IEC 62841-2, IEC 62841-3 or IEC 62841-4	*
Soft start, if required by the relevant part of IEC 62841-2, IEC 62841-3 or IEC 62841-4	*
Prevent exceeding thermal limits as in Clause 18	*
Prevent self-resetting as required in 23.3	*
* Performance levels are to be specified in the relevant part of IEC 62841-2, IEC 62841-3 or IEC 62841-4 or; for tools without a relevant part of IEC 62841-2, IEC 62841-3 or IEC 62841-4, in accordance with ISO 13849-1 using Annex E as a guide.	

NOTE 2 In Europe (EN 62841-1), the footnote in Table 4 reads:

* Performance levels are to be specified in the relevant part of IEC 62841-2, IEC 62841-3 or IEC 62841-4.

If only $MTTF_d$ is applied to achieve the required PL, the required minimum $MTTF_d$ for each PL level shall be as follows:

- PL = a: $MTTF_d = 5$ years;
- PL = b: $MTTF_d = 20$ years;
- PL = c: $MTTF_d = 50$ years.

*For **safety critical functions** not listed in Table 4 and provided by **electronic circuits**, the PL values shall be determined using the methods of ISO 13849-1.*

NOTE 3 Annex E provides guidance in applying ISO 13849-1 for **SCF** of products covered by this standard.

NOTE 4 In Europe (EN 62841-1), the above paragraph and NOTE 3 are not applicable.

*Software used in portions of the circuit comprised of a microcontroller or in other programmable devices shall comply with the requirements for software class B in accordance with Subclause H.11.12.3 of IEC 60730-1:2010, if the failure of these circuits would create a loss of the **safety critical function**. In the case where software class B is realized by single channel with periodic self-test, an acceptable period is regarded as either after each activation of the **power switch** or a maximum of 5 min.*

*H.11.12.3.4.1 is only applicable for **SCF** with a PL = c or higher.*

NOTE 5 The allowance to use microcontrollers and other programmable logic, which are considered as “complex electronic circuits”, for category 1 in accordance with ISO 13849-1, is based upon their fulfilment of the requirements of H.11.12.3 of IEC 60730-1:2010.

*Any design that only alerts the user of the loss of the **SCF** is not considered sufficient to fulfil the required PL.*

18.8.2 *The tool is subjected to electrostatic discharges in accordance with IEC 61000-4-2:2008, test level 4 being applicable for air discharge and test level 3 being applicable for contact discharge. Ten discharges having a positive polarity and ten discharges having a negative polarity are applied.*

18.8.3 *The tool is subjected to fast transient bursts in accordance with IEC 61000-4-4:2012, test level 3 being applicable. The bursts are applied with a repetition frequency of 5 kHz for 2 min with a positive polarity and for 2 min with a negative polarity.*

18.8.4 *The power supply terminals of the tool are subjected to voltage surges in accordance with IEC 61000-4-5:2005, five positive impulses and five negative impulses being applied at the selected points. Test level 3 is applicable for the line-to-line coupling mode, a generator having a source impedance of 2 Ω being used. Test level 4 is applicable for the line-to-earth coupling mode, a generator having a source impedance of 12 Ω being used.*

For tools having surge arresters incorporating spark gaps, the test is repeated at a level that is 95 % of the flashover voltage.

18.8.5 *The tool is subjected to injected currents in accordance with IEC 61000-4-6:2008, test level 3 being applicable. During the test, all frequencies between 0,15 MHz to 230 MHz are covered.*

18.8.6 *The tool is subjected to the Class 3 voltage dips and interruptions in accordance with IEC 61000-4-11:2004. The values specified in Table 1 and Table 2 of IEC 61000-4-11:2004 are applied at zero crossing of the supply voltage.*

18.8.7 *The tool is subjected to radiated fields in accordance with IEC 61000-4-3:2010, test level 3 being applicable. The frequency ranges tested shall be 80 MHz to 1 000 MHz.*

NOTE The dwell time for each frequency is to be sufficient to observe a possible malfunction of the circuit providing a **safety critical function**.

19 Mechanical hazards

19.1 Moving and other dangerous parts of the tool shall, as far as is compatible with the use and working of the tool, be so positioned or enclosed to provide adequate protection against personal injury.

Protective enclosures, covers, **guards** and the like shall have adequate mechanical strength for their intended purpose. They shall not be removable without the aid of a tool.

When used as protection of the working element, an **adjustable guard** shall have an easily accessible means of accurate adjustment with the objective of minimizing access to the dangerous parts.

The use and adjustment of a **guard** shall not create other dangers, for example by reducing or obstructing the operator's view, by transferring heat, or causing other reasonably foreseeable hazards.

Compliance is checked by inspection, by the tests of Clause 20 and by means of the test probe B of IEC 61032:1997 with a force not exceeding 5 N. Prior to the application of the test probe any soft materials (elastomers), such as soft grip coverings, shall be removed. It shall not be possible to touch dangerous moving parts with this test probe. This test is not applicable for dust collection openings with the dust collection devices removed, as they are tested in accordance with 19.3.

19.2 Tools shall have no ragged or sharp edges, other than those necessary for the functioning of the tool, which could create a hazard for the user.

Compliance is checked by inspection.

19.3 It shall not be possible to reach dangerous moving parts through dust collection openings with the **detachable parts** or provisions for dust collection removed, if any.

Compliance is checked by applying a rigid test probe with the dimensions of the test probe B of IEC 61032:1997, but without any articulation, with a force not exceeding 5 N.

19.4 Hand-held tools shall have at least one handle or grasping surface to ensure safe handling during use.

Transportable tools shall be provided with at least one handle, grasping surface or the like to ensure safe transportation.

Lawn and garden machinery shall have adequate grasping surfaces to ensure safe handling during use.

Compliance is checked by inspection.

19.5 Tools shall be designed and constructed to allow, where necessary, a visual check of the contact of the cutting tool with the workpiece.

Compliance is checked by inspection.

19.6 For all tools where the relevant part of IEC 62841-2, IEC 62841-3 or IEC 62841-4 requires the tool to be marked with the **rated no-load speed**, the no-load speed of the spindle at **rated voltage** shall not exceed 110 % of the **rated no-load speed**.

*Compliance is checked by measuring the speed of the spindle after the tool has been operating for 5 min at no-load. During the test, separable **accessories** are not mounted.*

19.7 Transportable tools and **lawn and garden machinery** intended to be used on a surface such as the floor or a table shall have adequate stability.

Compliance is checked by the following test, tools provided with an appliance inlet being fitted with an appropriate connector and flexible cable or cord.

The tool is placed with the motor switched off in any normal position of use on a plane inclined at an angle of 10° to the horizontal, the cable or cord resting on the inclined plane in the most unfavourable position. If, however, the tool is such that, were it to be tilted through an angle of 10° when standing on a horizontal plane, a part of it not normally in contact with the supporting surface would touch the horizontal plane, the tool is placed on a horizontal support and tilted in the most unfavourable direction through an angle of 10°. For the test, the tool is prevented from sliding.

Tools provided with doors are tested with the doors open or closed, whichever is the more unfavourable.

*Tools intended to be filled with liquid by the user in **normal use** are tested empty or filled with the most unfavourable quantity of water or the recommended liquid, up to the rated capacity.*

The tool shall not tip over.

19.8 Transportable tools provided with wheels identified in the relevant part of IEC 62841-3 shall have adequate stability during transportation.

Compliance is checked by the following test.

The tool is held in its normal transportation position while traversing in both directions perpendicular to the slope of a plane inclined at an angle of 10° to the horizontal, the cable or the cord wrapped up and stored. The tool shall not tip over.

19.9 If, in accordance with 8.14.2, the user is instructed to remove a **fixed guard**, such as for maintenance, to convert the tool or to change the **accessory**, then the fastenings shall remain attached to the **guard** or to the machinery. If a fastening need not be completely removed for removing the **guard**, it shall be considered as still attached.

Compliance is checked by inspection and manual test.

20 Mechanical strength

20.1 Tools shall have adequate mechanical strength, and shall be so constructed that they withstand rough handling that may be expected.

Compliance is checked by the tests specified in 20.2, 20.3 and 20.4.

*Immediately after the tests, the tool shall withstand the electric strength test as specified in Annex D between **live parts** and **accessible parts**, and **live parts** shall not have become accessible, as specified in Clause 9.*

*Damage to the finish, small dents and cracks which do not reduce **creepage distances** or **clearances** below the values specified in 28.1, or small chips which do not adversely affect protection against shock or moisture are neglected.*

The mechanical safety of the tool as required by this standard shall not be impaired.

If a decorative cover is backed by an inner cover, a fracture of the decorative cover is neglected when the inner cover withstands the test after removal of the decorative cover.

20.2 Blows are applied to the tool by means of the spring-operated impact test apparatus according to Clause 5 of IEC 60068-2-75:1997.

The spring is so adjusted that it causes the hammer to strike with an impact energy as shown in Table 5.

Table 5 – Impact energies

Parts to be tested	Impact energy J
Brush caps	0,5 ± 0,05
Other parts	1,0 ± 0,05

The tool is rigidly supported and three blows are applied to each point of the enclosure which is likely to be weak.

*Where necessary, blows are also applied to **guards**, covers, handles, levers, knobs and the like.*

20.3 For **hand-held tools** and hand-held **lawn and garden machinery**, 20.3.1 applies. For **transportable tools**, 20.3.2 applies. For ground supported **lawn and garden machinery**, requirements are given in the relevant part of IEC 62841-4.

20.3.1 A **hand-held tool** is dropped three times in total on a concrete surface from a height of 1 m. For these three drops, the sample is tested in the three most unfavourable positions the lowest point of the tool being 1 m above the concrete surface. Separable **accessories** are not mounted.

If **attachments** are provided as specified in accordance with 8.14.2, the test is repeated with each **attachment** or combination of **attachments** mounted to a separate tool sample.

20.3.2 A **transportable tool**, placed in its normal operating position, is impacted with a smooth steel sphere having a diameter of (50 ± 2) mm and weighing $(0,55 \pm 0,03)$ kg. If a part of the tool can be impacted from above, the sphere is dropped from a rest position to strike the component. Otherwise, the sphere is suspended by a cord and is allowed to fall from a rest position as a pendulum to strike the area of the tool to be tested. In either case, the vertical travel of the sphere is $(1,3 \pm 0,1)$ m.

A **guard** that becomes disassembled is acceptable, if it can be reassembled to function properly.

Deformation of a **guard** or other part is acceptable, if the part can be restored to its original shape.

Damage to the tool or a portion of the drive system, other than a **guard** is acceptable, if the tool is incapable of **normal operation**.

20.4 Accessible caps of brush holders shall have adequate mechanical strength.

Compliance is checked by inspection and, in case of doubt, by removing and replacing the brushes 10 times, the torque applied when tightening the cap being as shown in Table 6.

Table 6 – Test torques

Blade width of test screwdriver mm	Torque Nm
Up to and including 2,8	0,4
Over 2,8 up to and including 3,0	0,5
Over 3,0 up to and including 4,1	0,6
Over 4,1 up to and including 4,7	0,9
Over 4,7 up to and including 5,3	1,0
Over 5,3	1,25

After this test, the brush holder shall show no damage impairing its further use, the thread, if any, shall not be damaged and the cap shall show no cracks.

The blade width of the test screwdriver must be as large as possible, but must not exceed the length of the recess in the cap. If, however, the thread diameter is smaller than the length of the recess, the blade width must not exceed this said diameter. The torque must not be applied in jerks.

20.5 For all tools that are likely to cut into concealed wiring or their own cord, handles and grasping surfaces, as specified in the instruction manual in accordance with 8.14.2 b) 6), shall have adequate mechanical strength in order to provide insulation between the grasping area

and the output shaft. The relevant part of IEC 62841-2, IEC 62841-3 or IEC 62841-4 specifies if 20.5 does not apply.

Compliance is checked by the following test.

A separate sample, at the discretion of the manufacturer, is to be subjected to a single impact on each handle and each recommended grasping surface in the most unfavourable position. The impacts are carried out from a height of 1 m onto a concrete surface followed by an electric strength test according to Clause D.2 using 1 250 V a.c. between the handles and grasping surfaces in contact with foil and the output shaft of the tool.

21 Construction

21.1 Tools which can be adjusted to suit different voltages, or to different speeds, shall be so constructed that accidental changing of the setting is unlikely to occur, if such a change might result in a hazard.

Compliance is checked by inspection and by manual test.

21.2 Tools shall be so constructed that accidental changing of the setting of **control devices** is unlikely to occur.

Compliance is checked by manual test.

21.3 It shall not be possible to remove parts which ensure the required degree of protection against moisture without the aid of a tool.

Compliance is checked by manual test.

21.4 If handles, knobs and the like are used to indicate the position of switches or similar components, it shall not be possible to fix them in a wrong position if this might result in a hazard.

Compliance is checked by inspection and by manual test.

21.5 Replacement of a flexible cable or cord requiring the moving of a switch which acts also as a terminal for external conductors shall be possible without subjecting internal wiring to undue stress; after repositioning the switch, and before reassembling the tool, it shall be possible to verify whether the internal wiring is correctly positioned.

Compliance is checked by inspection and by manual test.

21.6 Wood, cotton, silk, ordinary paper and similar fibrous or hygroscopic material shall not be used as insulation, unless impregnated.

Insulating material is considered to be impregnated if the interstices between the fibres of the material are substantially filled with a suitable insulant.

Compliance is checked by inspection.

21.7 Driving belts shall not be relied upon to provide the required level of insulation.

This requirement does not apply if the tool incorporates a special design of belt which prevents inappropriate replacement.

Compliance is checked by inspection.

21.8 Insulating barriers of **class II tools**, and parts of **class II tools** which serve as **supplementary insulation** or **reinforced insulation**, and which might be omitted during reassembly after **user maintenance**, shall either:

- be fixed in such a way that they cannot be removed without being seriously damaged; or
- be so designed that they cannot be replaced in an incorrect position, and that, if they are omitted, the tool is rendered inoperable or manifestly incomplete.

Compliance is checked by inspection and by manual test.

This requirement is met if the barrier is so fixed that it can only be removed by breaking or cutting.

*Fixing by means of rivets is allowed, provided that these rivets need not be removed during **user maintenance**.*

Fixing by means of an adhesive is only allowed if the mechanical strength of the joint is at least equal to that of the barrier.

An adequate internal lining of insulation material, or an adequate internal insulating coating on metal enclosures, is considered to be an insulating barrier provided that the coating cannot easily be removed by scraping.

*For **class II tools**, a sleeve on an insulated internal conductor, other than the core of an external flexible cable or cord, is considered to be an adequate insulating barrier, if it can only be removed by breaking or cutting, or if it is clamped at both ends.*

Ordinary lacquering on the inside of metal enclosures, varnished cambric, flexible resin-bonded paper, or the like are not considered to be insulating barriers.

21.9 The insulation of the inner conductors of a flexible cable or cord used as wiring within the tool is considered as **basic insulation**. No additional insulation is required in areas of class I construction. When these conductors are used in areas of **class II construction**, they shall be insulated from accessible metal parts by any of the following:

- the sheath of the **supply cord** itself, provided this sheath is not exposed to undue thermal stress, clamping against accessible metal or other mechanical stress (e.g. pressure or tension) that could cause damage to the sheath; or
- a sleeve, tubing or barrier complying with the requirements of **supplementary insulation**.

Compliance is checked by inspection and, for the determination of thermal stress, by the test of Clause 12.

21.10 Air intake of motor enclosures shall not enable the ingress of foreign bodies that could impair safety.

Compliance is checked by the following test.

It shall not be possible to insert a steel ball of 6 mm diameter under its own weight through the air intake openings other than those adjacent to the fan.

21.11 Class I tools shall be so constructed that, should any wire, screw, nut, washer, spring, brush, brush holder component or similar part become loose or fall out of position, it cannot become so disposed that accessible metal is made live.

Class II tools or **class II constructions** shall be so constructed that, should any such part become loose or fall out of position, it cannot become so disposed that **creepage distances** or

clearances over **supplementary insulation** or **reinforced insulation** are reduced to less than 50 % of the values specified in 28.1.

Class II tools or **class II constructions**, other than those of the all-insulated type, shall be provided with insulating barriers between accessible metal and motor parts and other **live parts**.

For **class I tools**, this requirement can be met by the provision of barriers, or by fixing the parts adequately, and by providing sufficiently large **creepage distances** and **clearances**.

It is not to be expected that two independent parts will become loose or fall out of position at the same time. For electrical connections, spring washers are considered to be adequate for preventing the loosening of the parts.

Wires are considered as likely to become free from terminals or soldered connections, unless they are held in place near to the terminal or termination, independent of the terminal connection or solder.

Short rigid wires are not regarded as liable to come away from a terminal, if they remain in position when the terminal screw is loosened.

Compliance is checked by inspection, by measurement and by manual test.

21.12 Supplementary insulation and reinforced insulation shall be so designed or protected that they are not likely to be impaired by deposition of dirt, or by dust resulting from wear of parts within the tool, to such an extent that **creepage distances** or **clearances** are reduced below the values specified in 28.1.

Ceramic material not tightly sintered and similar materials, and beads alone, shall not be used as **supplementary insulation** or **reinforced insulation**.

Elastomer, natural or synthetic rubber parts used as **supplementary insulation** and/or **reinforced insulation** shall be resistant to ageing, or be so arranged and dimensioned that **creepage distances** are not reduced below the values specified in 28.1, even if cracks occur.

Insulating material in which heating conductors are embedded serves as **basic insulation**, and shall not be used as **reinforced insulation**.

Compliance is checked by inspection, by measurement and, for elastomer and rubber, by the following test.

*Elastomer and rubber parts are aged at a temperature of (100 ± 2) °C for 70 h. After the test, the parts shall withstand the test of Clause D.2 using 75 % of the values indicated in Table D.1. For the test in accordance with Clause D.2, the parts may be tested individually or reassembled in the tool. If a part is tested reassembled in the tool, the test shall only be conducted between **live parts** and **accessible parts**.*

NOTE In case of doubt with regard to materials other than rubber, special tests may be made.

In case of doubt, the following test is carried out to determine, if ceramic material is tightly sintered.

The ceramic material is broken into pieces that are immersed in a solution containing 1 g of fuchsine in each 100 g of methylated spirit. The solution is maintained at a pressure not less than 15 MPa for a period so that the product of the test duration in hours and the test pressure in megapascals is approximately 180.

The pieces are removed from the solution, rinsed, dried and broken into smaller pieces.

The freshly broken surfaces are examined and shall not show any trace of dye visible with normal vision.

21.13 Tools shall be so constructed that internal wiring, windings, commutators, slip rings and the like, and insulation in general, are not exposed to oil, grease or similar substances.

If the construction necessitates that insulation be exposed to oil or grease or similar substance, as in gears and the like, the oil or grease or substance shall have adequate insulating properties so that compliance with the standard is not impaired, and shall have no effect on insulation.

Compliance is checked by inspection and by the tests of this standard.

21.14 It shall not be possible to gain access to brushes without the aid of a tool.

Screw-type brush-caps shall be so designed that, when tightening, two surfaces are clamped together.

Brush-holders, which retain the brushes in position by means of a locking device, shall be so designed that the locking does not depend upon the brush-spring tension, if the loosening of the locking device might make **accessible parts** live.

Screw-type brush-caps, which are accessible from the outside of the tool, shall be of insulating material, or be covered with insulating material; they shall not project beyond the surrounding surface of the tool.

Compliance is checked by inspection.

21.15 Tools employing **liquid systems** shall protect the user against the increased risk of shock due to the presence of liquid under faults of the **liquid system**.

Tools employing **liquid systems** shall be either:

- of **class III construction**; or
- of **class I** or **class II construction** and be provided with a **residual current device** and comply with 14.3, 14.4 and 14.5; or
- of **class I** or **class II construction** and be designed for use in combination with an isolating transformer and comply with 14.3 and 14.4.

Compliance is checked by inspection.

21.16 For tools having compartments to which access can be gained without the aid of a tool and that are likely to be cleaned in **normal use**, the electrical connections shall be arranged so that they are not subject to pulling during cleaning.

Compliance is checked by inspection and by manual test.

21.17 Tools shall be fitted with a **power switch** to control the motor. The actuating member of this switch shall be easily visible and accessible.

Compliance is checked by inspection.

21.17.1 For tools incorporating a switch with a lock-off device, whereby the switch trigger is operated with a squeezing action by closing the fingers towards the palm of the hand, the lock-off system shall be designed to ensure sufficient durability to withstand abuse and environmental conditions to prevent activation of the tool by the switch trigger alone.

Compliance is checked by inspection and by the tests of 21.17.1.1 and, for lock-off devices that are self-restoring to the lock-off position, additionally by the tests of 21.17.1.2.

21.17.1.1 *A sample of the switch and its lock-off system assembled into the relevant tool housing is kept for 1 h in a heating cabinet at 80 °C.*

After the sample has returned to within 5 K of the ambient temperature, the switch lock-off system shall then comply with the test of 21.17.1.3.

21.17.1.2 *A sample of the switch and its lock-off system assembled into the relevant tool housing is operated for the number of cycles in accordance with 23.1.10.2, where one cycle is defined as follows:*

- 1) *the lock-off device is actuated;*
- 2) *the switch is actuated;*
- 3) *the lock-off device or the switch is released as required to restore the switch to the locked state.*

The switch actuations shall be conducted at a rate of 10 to 20 per min. Following the operations as specified above, the sample shall then comply with the test of 21.17.1.3. During this test, the tool need not be connected to the supply.

NOTE The above test can be performed in conjunction with 23.1.10.2.

21.17.1.3 *A push force as specified in Table 7 is applied to the most unfavourable point of the switch actuating member in the direction of the switch actuation for a period of 10 s without prior actuation of the lock-off device. The switch shall not actuate during the application of the specified force. The switch and its lock-off system shall operate as designed after the applied force is terminated.*

Table 7 – Switch trigger force

Trigger type	Force N
Single finger trigger (trigger length < 30 mm)	100
Multi finger trigger (trigger length ≥ 30 mm)	150

21.18 Additional requirements for **power switches** for **hand-held tools** are given in 21.18.1. Additional requirements for **power switches** for **transportable tools** are given in 21.18.2. Additional requirements for **power switches** for **lawn and garden machinery** are given in the relevant part of IEC 62841-4.

21.18.1 For **hand-held tools**, the **power switch** required by 21.17 shall be a **momentary power switch**, with or without a lock-on device, which can be switched on and off by the user without releasing any of the handle(s) or grasping surface(s) required by 19.4.

For **hand-held tools** without a relevant part of IEC 62841-2 and without a substantial risk associated with continued operation, **power switches** other than **momentary power switches** are permitted.

NOTE In Europe (EN 62841-1), the above paragraph is not applicable.

Compliance is checked by inspection and by manual test.

21.18.1.1 When a **momentary power switch** has a separate action to lock it in the "on" position, the switch shall unlock automatically with a single actuation motion without releasing the grasp on the tool. For tools supplied with more than one switch of which any can be locked on, the lock-on switch(es) shall be within the grasping zone necessary to control the tool, and any one of these switches shall unlock or make ineffective all remaining lock-on devices automatically with a single actuation motion without releasing the grasp on the tool.

Where there is a risk associated with continued locked-on operation as defined by the relevant part of IEC 62841-2, the switch shall not have any locking device to lock it in the "on" position.

Compliance is checked by inspection and by manual test.

21.18.1.2 Where there is a risk associated with inadvertent starting as defined by the relevant part of IEC 62841-2, **power switch** triggers and lock-off devices, if applicable, shall be so located, designed or guarded that inadvertent operation is unlikely to occur.

It shall either not be possible to start the tool when a rigid sphere with a diameter of (100 ± 1) mm is applied to the **power switch** in any direction with a single linear motion;

or

two separate and dissimilar actions shall be necessary before the motor is switched on (e.g. a **power switch** which has to be pushed in before it can be moved laterally to close the contacts to start the motor). It shall not be possible to achieve these two actions with a single grasping motion or a straight line motion.

Compliance is checked by inspection and by manual test.

NOTE In Europe (EN 62841-1), the following additional requirement applies:

Unless **hand-held tools** are equipped with a **momentary power switch**, voltage recovery following an interruption of the supply shall not give rise to a hazard. The relevant part of IEC 62841-2 specifies if this subclause applies and gives specific requirements.

21.18.2 For **transportable tools**, the **power switch** required by 21.17 shall be able to be easily actuated "on" or "off" without any reasonably foreseeable hazard from the operator's position as specified in the instruction manual in accordance with 8.14.2.

Compliance is checked by inspection.

21.18.2.1 Unless **transportable tools** are equipped with a **momentary power switch**, voltage recovery following an interruption of the supply shall not give rise to a hazard. The relevant part of IEC 62841-3 specifies if this subclause applies and gives specific requirements.

Compliance is checked by inspection.

21.18.2.2 An "on"/"off" control shall be capable of being turned off by the operator with a single straight-line motion.

When a flap/cover is provided and covers the stop button it shall do so in a way such that pushing the flap actuates the stop.

Compliance is checked by manual test.

21.18.2.3 A **power switch** shall be located, designed or guarded so that unintentional movement to the “on” position is unlikely.

It shall either not be possible to start the tool when a rigid sphere with a diameter of (100 ± 1) mm is applied to the **power switch** in any direction with a single linear motion;

or

the **power switch** shall have two separate and dissimilar actions before the motor is switched on (e.g. a **power switch** which has to be pushed in before it can be moved laterally to close the contacts to start the motor). It shall not be possible to achieve these two actions with a single grasping or a straight line motion.

Compliance is checked by inspection and by manual test.

21.18.2.4 A push-pull switch shall be turned off by an inward push.

Compliance is checked by inspection.

21.19 Tools shall be so designed that the protection against electric shock is not affected when screws removed during **user maintenance** are incorrectly replaced during reassembly.

*Compliance is checked by removing screws required by each **user maintenance** operation as specified in 8.14.2 and attempting to install them into the improper screw locations of the same or larger diameter during reassembly, using the torque from Table 11, after which **creepage distances** and **clearances** between **live parts** and accessible metal parts shall not have been reduced below the values specified in 28.1.*

21.20 If the tool is marked with the first numeral of the IP system, the relevant requirements of IEC 60529:2013 shall be fulfilled.

Compliance is checked by making the relevant tests.

21.21 Tools shall be so designed that there is no risk of electric shock from charged capacitors when touching the pins of the plug. Capacitors, having a rated capacitance less than or equal to $0,1 \mu\text{F}$, are not considered to entail a risk of electric shock even if connected to the supply side of the switch. This requirement does not apply to capacitors complying with the requirements for **protective impedance** specified in 9.2 and 21.34.

Compliance is checked by the following test, which is made 10 times.

*The tool is operated at **rated voltage**.*

*The **power switch** is then moved to the "off" position and the tool is disconnected from the supply by means of the plug.*

One second after disconnection, the voltage between the pins of the plug is measured with an instrument which does not appreciably affect the value to be measured.

The voltage shall not exceed 34 V.

21.22 Non-detachable parts, which provide the necessary degree of protection against electric shock, moisture, or contact with moving parts, shall either require removal with the aid of a tool or be fixed in a reliable manner.

Snap-in devices used for fixing such parts shall have an obvious locked position. The fixing properties of snap-in devices used in parts which are likely to be removed shall not deteriorate.

Compliance is checked by inspection or by the following tests.

Parts which are likely to be removed are disassembled and assembled 10 times before the test is carried out.

The tool is at ambient temperature. However, in cases where compliance may be affected by temperature, the test is also carried out immediately after the tool has been operated under the conditions specified in Clause 12.

The test is applied to all parts which are likely to be detachable, whether or not they are fixed by screws, rivets, or similar parts.

A force is applied without jerks for 10 s in the most unfavourable direction to those areas of the cover or part which are likely to be weak. The force is as follows:

- push force 50 N;
- pull force
 - a) if the shape of the part is such that the fingertips cannot easily slip off 50 N;
 - b) if the projection of the part which is gripped is less than 10 mm in the direction of removal 30 N.

The push force is applied by means of a rigid test probe with the dimensions of the test probe B of IEC 61032:1997, but without any articulation.

The pull force is applied by a suitable means such as a suction cup, so that the test results are not affected.

While the pull test of a) or b) is being applied, the test fingernail shown in Figure 1 is inserted in any aperture or joint with a force of 10 N. The fingernail is then slid sideways with a force of 10 N; it is not twisted or used as a lever.

If the shape of the part is such that an axial pull is unlikely, no pull force is applied, but the test fingernail shown in Figure 1 is inserted in any aperture or joint with a force of 10 N, and is then pulled for 10 s by means of the loop with a force of 30 N in the direction of removal.

If the cover or part is likely to be subjected to a twisting force, a torque as detailed below is applied at the same time as the pull or push force:

- for major dimensions up to and including 50 mm 2 Nm;
- for major dimensions over 50 mm 4 Nm.

This torque is also applied when the test fingernail is pulled by means of the loop.

If the projection of the part which is gripped is less than 10 mm, the above torque is reduced to 50 % of the value.

Parts shall not become detached, and they shall remain in the locked position.

21.23 Handles, knobs, grips, levers and the like shall be fixed in a reliable manner so that they will not work loose, if loosening might result in a hazard.

Compliance is checked by inspection, by manual test, and by trying to remove the handle, knob, grip or lever applying, for 1 min, a 30 N axial force either pushing or pulling.

21.24 Storage hooks and similar devices for flexible cords shall be smooth and well rounded.

Compliance is checked by inspection.

21.25 Current-carrying parts and other parts, the corrosion of which might result in a hazard, shall be resistant to corrosion under normal conditions of use.

Compliance is checked by verifying that, after the tests of Clause 15, the relevant parts show no sign of corrosion. Stainless steel and similar corrosion-resistant alloys and plated steel are considered to be satisfactory for the purpose of this requirement.

NOTE Examples of causes of corrosion are the incompatibility of materials and effects of heating.

21.26 Tools having parts where reliance is based upon **safety extra-low voltage** to provide the necessary degree of protection against electric shock, shall be so designed that the insulation between parts operating at **safety extra-low voltage** and other **live parts** complies with the requirements for **double insulation** or **reinforced insulation**.

*Compliance is checked by the tests specified for **double insulation** or **reinforced insulation**.*

21.27 Parts separated by **protective impedance** shall comply with the requirements for **double insulation** or **reinforced insulation**.

*Compliance is checked by the tests specified for **double insulation** or **reinforced insulation**.*

21.28 Shafts of operating knobs, handles, levers and the like shall not be live unless the shaft is not accessible when the knob, handle, lever and the like is removed.

Compliance is checked by inspection and by applying the test probe B of IEC 61032:1997 after removal of the knob, handle, lever, or the like, even with the aid of a tool.

21.29 For constructions other than those of class III, handles, levers and knobs which are held or actuated shall not become live in the event of an insulation fault.

If these handles, levers or knobs are of metal, and if their shafts or fixings are likely to become live in the event of a **basic insulation** fault, they shall either be adequately covered by insulating material, or their **accessible parts** shall be separated from their shafts or fixings by insulation.

For **transportable tools** and **lawn and garden machinery of class I**, this requirement does not apply to handles, levers and knobs, other than those of electrical components, if they are reliably connected to an earthing terminal or earthing contact or separated from **live parts** by earthed metal.

Compliance of the insulating covering or material is checked by inspection, and by the electric strength test in Clause D.2 with 1 250 V applied.

21.30 For all tools that are likely to cut into concealed wiring or their own cord, handles and grasping surfaces, as specified in the instruction manual in accordance with 8.14.2 b) 6), shall be formed of insulating material or, when of metal, shall be either adequately covered by insulating material or their **accessible parts** shall be separated by insulating barrier(s) from

accessible metal parts that may become live by the output shaft. These insulating barriers are not to be regarded as **basic insulation**, **supplementary insulation** or **reinforced insulation**.

If a stick type auxiliary handle is provided with such tool, it shall be insulated and be provided with a flange having a height not less than 12 mm above the grasping surface between the grasping area and **accessible parts** that may become live by the output shaft.

The relevant part of IEC 62841-2, IEC 62841-3 or IEC 62841-4 specifies if 21.30 does not apply.

Compliance is checked by inspection and by the tests of 20.5.

21.31 For **class II tools**, capacitors shall not be connected to accessible metal parts, and their casings, if of metal, shall be separated from accessible metal parts by **supplementary insulation**.

This requirement does not apply to capacitors complying with the requirements for **protective impedance** specified in 9.2 and 21.34.

*Compliance is checked by inspection and by the tests specified for **supplementary insulation**.*

21.32 Capacitors shall not be connected between the contacts of a **thermal cut-out**.

Compliance is checked by inspection.

21.33 Lamp holders shall be used only for the connection of lamps.

Compliance is checked by inspection.

21.34 Protective impedance shall consist of at least two separate components, the impedance of which is unlikely to change significantly during the lifetime of the tool. If any one of the components is short-circuited or open-circuited, the values specified in 9.2 shall not be exceeded.

Resistors complying with 14.1 a) of IEC 60065:2011 and capacitors complying with 14.2 of IEC 60065:2011 are considered to comply with this requirement.

A single capacitor with a rated voltage of at least that of the **rated voltage** of the tool that fulfils subclass Y1 of IEC 60384-14 may be employed instead of two separate components.

Compliance is checked by inspection and by measurement.

21.35 Dust collection

Tools as identified in the relevant part of IEC 62841-2 or IEC 62841-3, which produce a considerable amount of dust, shall have either an integral dust collection/suction device or have dust outlet(s) designed which allow the mounting of external suction device(s) for evacuating the by-products of the working process. These dust outlets shall direct the discharge away from the operator and they along with any external suction device(s) for evacuating the by-products of the working process shall not impede the **normal use** of the tool.

Compliance is checked by inspection.

22 Internal wiring

22.1 Wireways shall be smooth and free from sharp edges.

Wires shall be protected so that they do not come into contact with burrs, cooling fins, etc., which may cause damage to the insulation of conductors.

Holes in metal through which insulated wires pass shall be provided with bushings or, unless required otherwise in the relevant part of IEC 62841-2, IEC 62841-3 or IEC 62841-4, shall have smooth, well-rounded edges. A radius of 1,5 mm is considered to be well rounded.

Wiring shall be effectively prevented from coming into contact with moving parts.

Compliance is checked by inspection.

22.2 Internal wiring shall be either so rigid and so fixed or insulated that **creepage distances** and **clearances** cannot be reduced below the values specified in 28.1.

Compliance is checked by inspection and by the tests of 28.1.

When sleeving is used as **supplementary insulation** on internal wiring, it shall be retained in position by positive means. A sleeve is considered to be fixed by positive means if it can only be removed by breaking or cutting, or if it is clamped at both ends.

Compliance is checked by inspection and by manual test.

22.3 Conductors identified by the colour combination green or green/yellow shall not be connected to terminals other than earthing terminals.

Compliance is checked by inspection.

22.4 Aluminium wires shall not be used for internal wiring. Windings of a motor are not considered as internal wiring.

Connections to aluminium windings shall consider the effects of possible corrosion between aluminium and other metals and comply with the requirements of 26.4.

Compliance is checked by inspection.

22.5 Stranded conductors shall not be consolidated by lead-tin soldering where they are subjected to contact pressure, unless the clamping means is so designed that there is no risk of bad contact due to cold flow of the solder.

Consolidation of a stranded conductor by lead-tin soldering is allowed if spring terminals are used; securing the clamping screws alone is not considered adequate.

Soldering of the tip of a stranded conductor is allowed.

Compliance is checked by inspection.

22.6 Different parts of a tool that can move relative to each other

- a) in **normal use**,
 - b) during adjustment operations,
- or

c) during **user maintenance**

shall not cause undue stress to electrical connections and internal conductors, including those providing earthing continuity. Flexible metallic tubes shall not cause damage to the insulation of the conductors contained within them. Open-coil springs shall not be used to protect the wiring. If a coiled spring, the turns of which touch one another, is used for this purpose, there shall be an adequate insulating lining in addition to the insulation of the conductors.

This requirement does not apply to movements of parts with small amplitudes caused by vibration.

NOTE Examples of an adequate insulating lining are flexible cords complying with IEC 60227 or IEC 60245.

Compliance is checked by inspection and by the following test.

*If flexing occurs in **normal use**, the tool is placed in the normal position of use.*

With no power applied, the movable part is moved backwards and forwards, so that the conductor is flexed through the largest angle allowed by the construction, the rate of flexing being a minimum of 6 per minute. The number of flexings is

- 10 000, for conductors/connections flexed during **normal use**;
- 2 000, for conductors/connections flexed during adjustments;
- 100, for conductors/connections flexed during **user maintenance**.

A flexing is one movement, either backwards or forwards.

*After the test, the tool shall withstand the electric strength test of Annex D between **live parts** and **accessible parts** and **live parts** shall not have become accessible, as specified in Clause 9.*

23 Components

23.1 Components referenced in this standard shall comply with the safety requirements specified in the referenced IEC standards, as far as they reasonably apply.

Batteries are not regarded as components, but as part of the tool. They shall comply with the applicable requirements as specified in Annexes K and L.

If components are marked with their operating characteristics, the conditions under which they are used in the tool shall be in accordance with these markings, unless a specific exception is made.

Compliance with the IEC standard for the relevant component does not necessarily ensure compliance with the requirements of this standard.

*Unless otherwise specified, the requirements of Clause 28 of this standard apply between **live parts** of components and **accessible parts** of the tool.*

Unless components have been previously tested and found to comply with the relevant IEC standard for the number of cycles specified, they are tested in accordance with 23.1.1 to 23.1.11.

23.1.1 Capacitors in auxiliary windings of motors shall be marked with their **rated voltage** and their rated capacitance.

Compliance is checked by inspection.

23.1.2 Capacitors for radio interference suppression shall comply with IEC 60384-14.

Compliance is checked by inspection.

23.1.3 Small lampholders similar to E10 lampholders shall comply with the requirements for E10 lampholders in IEC 60238. However, they need not accept a lamp with an E10 cap complying with the current edition of Standard Sheet 7004-22 of IEC 60061-1.

Compliance is checked by inspection.

23.1.4 Isolating transformers or **safety isolating transformers**, except incorporated transformers as defined in IEC 61558-1, shall comply with IEC 61558-2-4 or IEC 61558-2-6, respectively. Switch mode power supply units and transformers for switch mode power supply units shall comply with IEC 61558-2-16.

Compliance is checked by inspection.

Incorporated transformers shall comply with IEC 61558-2-4 or IEC 61558-2-6 except for marking requirements.

Compliance is checked by the relevant tests of IEC 61558-2-4 or IEC 61558-2-6. These tests shall be performed in the tool.

23.1.5 Appliance couplers shall either comply with IEC 60320 or the manufacturer shall inform the user in the instructions for use to connect the tool only by means of the appropriate connector specified by the manufacturer.

Compliance is checked by inspection.

23.1.6 Automatic temperature controls containing electromechanical contacts that cycle in **normal use**, shall have suitable endurance for their intended application.

Compliance is checked by evaluating the endurance of a cycling control according to Clause 17 of IEC 60730-1:2010 under the conditions occurring in the tool. The number of cycles to be used is:

- for a **thermostat**, 10 000 cycles of operation;
- for a **temperature limiter**, 1 000 cycles of operation;
- for a **self-resetting thermal cut-out**, 300 cycles of operation;
- for a voltage-maintained **non self-resetting thermal cut-out**, 1 000 cycles of operation;
- for other **non self-resetting thermal cut-outs**, 30 cycles of operation.

Automatic controls which comply with the requirements of IEC 60730-1:2010, and which are used in accordance with their marking, are considered to meet the requirements of this standard (the term "marking" includes documentation and declaration as specified in Clause 7 of IEC 60730-1:2010).

The tests of Clause 17 of IEC 60730-1:2010 are not carried out on automatic controls which operate during Clause 12, if the tool meets the requirements of this standard when they are short-circuited.

*A specific exception with regard to the testing of **thermostats** and **temperature limiters** is made in Note b) of Table 1 of Clause 12.*

23.1.7 *The testing of components which have to comply with other standards is, in general, carried out separately, according to the relevant standard as follows.*

If the component is marked and used in accordance with its marking, it is tested in accordance with its marking, the number of samples being that required by the relevant standard.

In particular, components not mentioned in Table 1 of Clause 12 are tested as a part of that tool.

23.1.8 *Components that have not been separately tested and found to comply with the component standards as references in 23.1 or components that are not marked or not used in accordance with their marking, are tested in accordance with the referenced relevant standard under the conditions occurring in the tool.*

When an IEC standard for a component is not referenced in 23.1, there are no additional tests specified.

23.1.9 *For capacitors connected in series with a motor winding, the voltage across the capacitor shall not exceed 1,1 times the rated voltage of the capacitor, when the tool is operated at a voltage equal to 1,1 times **rated voltage** and under no-load.*

23.1.10 Switches shall be so constructed that there will be no failure that might impair compliance with this standard.

Compliance is checked by the following.

Switches, if separately tested and found to comply with IEC 61058-1:2008, shall meet the requirements specified in 23.1.10.1.

Switches which have not been separately tested and found to comply with IEC 61058-1:2008 or do not meet the requirements of 23.1.10.1, are tested as in 23.1.10.2 to 23.1.10.3.

23.1.10.1 Switches shall be rated and classified as follows.

Power switches shall be rated as follows:

- for a voltage not less than the **rated voltage** of the tool;
- for a current not less than the **rated current** of the tool;
- for a.c., if the tool is rated for a.c.;
- for d.c., if the tool is rated for d.c.

Electronic **power switches** shall, as a minimum, be classified for Continuous Duty in accordance with IEC 61058-1:2008.

Power switches shall further be classified with respect to load:

- switches for motor-operated tools and motor-operated **lawn and garden machinery**: for resistive and motor load in accordance with 7.1.2.2 of IEC 61058-1:2008, if the switch would encounter this load in **normal use**;
- switches for magnetically driven tools and magnetically driven **lawn and garden machinery**: for inductive load in accordance with 7.1.2.8 of IEC 61058-1:2008, if the switch would encounter this load in **normal use**;
- alternatively, switches may be regarded as switches for a declared specific load in accordance with 7.1.2.5 of IEC 61058-1:2008 and may be classified based upon the load conditions encountered in the tool in **normal use**.

Ratings and load classifications for switches other than **power switches** shall be based on the conditions encountered in the tool.

Switches shall further be classified as follows with respect to endurance:

- **power switches** for **hand-held tools**: for 50 000 operating cycles;
- **power switches** for **transportable tools** and **lawn and garden machinery**: for 10 000 operating cycles;
- **power switches** which possess series electronics must also endure 1 000 operating cycles with the electronics bypassed;

NOTE 1 Switches without any declared endurance with the electronics bypassed have been tested, by default, to 1 000 operating cycles in accordance with IEC 61058-1:2008.

- switches other than **power switches**, such as speed selector switches, which are likely to be switched under electrical load: for 1 000 operating cycles. However, this test is not required, if the requirements of this standard are met with the switch short-circuited;
- switches other than **power switches** that either
 - are intended for operation without electrical load, and which can be operated only with the aid of a tool or are interlocked so that they cannot be operated under electrical load; or
 - provide a motor direction reversing function; or
 - are switches for 20 mA load as classified in 7.1.2.6 of IEC 61058-1:2008
 are not required to possess any particular endurance characteristic.

NOTE 2 Motor reversing endurance is tested in 18.7.

Compliance is checked by inspection of the markings on the switch and by the documentation and certificate provided with the switch.

23.1.10.2 The endurance properties of switches shall be adequate.

Compliance is checked by submitting three samples of the switch to the accelerated cycle endurance test of 17.2.4.4 of IEC 61058-1:2008, but with load conditions as specified in either 23.1.10.2.1 or 23.1.10.2.2 and with the number of operating cycles as specified below.

Power switches for **hand-held tools** are tested for 50 000 operating cycles. **Power switches** for **transportable tools** and **lawn and garden machinery** are tested for 10 000 operating cycles.

*If a **power switch** is comprised of mechanical contacts in series with electronic circuitry containing one or more semiconductor switching devices (SSD) as defined in IEC 61058-1:2008 where the circuitry provides a protective function by reducing the current during switch operation, then:*

- *on three additional samples, the electronic circuitry shall be bypassed and the test repeated for at least 1 000 operating cycles; or*
- *the protective function shall be considered to be a **safety critical function** and comply with the greater of the performance levels for **power switches** in 18.8.*

*Switches other than **power switches**, such as speed selector switches, which are likely to be switched while energized, are tested as described above, but for 1 000 operating cycles only for the load conditions encountered in **normal use**.*

*Switches, other than **power switches**, intended for operation without electrical load, and which can be operated only with the aid of a tool or are interlocked so that they cannot be operated under electrical load, are not subjected to the tests of 17.2.4.4 of IEC 61058-1:2008.*

Reverse switches are not subjected to the tests of 17.2.4.4 of IEC 61058-1:2008, as they are tested in 18.7.

Switches for 20 mA load as classified in 7.1.2.6 of IEC 61058-1:2008 are also not subjected to the tests of 17.2.4.4 of IEC 61058-1:2008.

After completion of the above tests, the switch shall be able to be turned on and off and comply with the insulating compliance (TE3) of 17.2.5.3 of IEC 61058-1:2008 for **basic insulation**.

23.1.10.2.1 For switches tested with an external load, the load conditions are as follows:

Power switches for motor-operated tools and motor-operated **lawn and garden machinery** are regarded as classified to 7.1.2.2 of IEC 61058-1:2008. They are tested with 6 times I-M making current and a power factor $0,6 \pm 0,05$, and with I-M breaking current and a power factor $\geq 0,9$, the I-M current being the **rated current** of the tool.

Power switches for magnetically driven tools and magnetically driven **lawn and garden machinery** are regarded as classified to 7.1.2.8 of IEC 61058-1:2008. They are tested with 6 times I-I making current and a power factor $0,6 \pm 0,05$, and with I-I breaking current and a power factor $0,6 \pm 0,05$, the I-I current being the **rated current** of the tool.

Switches other than **power switches**, but which would encounter the same load conditions as **power switches in normal use**, shall be tested with the corresponding load conditions above.

23.1.10.2.2 For switches tested utilizing the motor or magnetic load encountered in the tool, the switch is tested at **rated voltage** for the required number of operating cycles, each cycle composed as follows:

- 1) With the tool at rest, the switch is closed without any mechanical load applied to the tool.
- 2) The switch is opened with the tool loaded to **rated current** or **rated input**.

The operating cycles shall be conducted as quickly as possible but need not meet the requirements of 17.2.3.4.1 of IEC 61058-1:2008.

23.1.10.3 The breaking capacity of **power switches** of motor-operated tools and **lawn and garden machinery** shall be adequate.

Compliance is checked by the locked-rotor test (TC9) of 17.2.4.9 of IEC 61058-1:2008 with a current of 6 I-M. Alternatively, the test is performed with the switch incorporated in the tool with the motor locked, each "on" period being not more than 0,5 s, and each "off" period being not less than 10 s.

After this test the **power switch** shall have no electrical or mechanical failure. If the switch operates properly in the "on" and "off" positions at the end of the test, it is considered to have no mechanical or electrical failures.

23.1.11 Electronic **power switches**, without series mechanical contact separation (air gap), are allowed, provided the requirements of 18.6 and 18.8 are met.

NOTE Electronic **power switches** are considered to provide a **safety critical function**.

23.2 Tools shall not be fitted with

- switches or automatic controls in flexible cords, however **protective devices** such as **RCDs** are allowed;
- devices, except for earthing conductors, which are intended to cause the protection device in the fixed wiring to operate in the event of a fault in the tool;

- **thermal cut-outs** which can be reset by a soldering operation.

Compliance is checked by inspection.

23.3 Protection devices (e.g. overload or over-temperature protection devices) or circuits that switch off the tool shall be of the non-self-resetting type where there is a risk associated with inadvertent starting as specified in the relevant part of IEC 62841-2 (by 21.18.1.2), IEC 62841-3 or IEC 62841-4.

Electronic speed and load regulators are not considered to be protection devices, if they do not switch off the tool but reduce the speed of the tool as a load is applied and increase the speed of the tool when the load is removed. An **RCD** is not considered a protection device.

Resetting a protection device by switching the tool off and on with the **power switch** is considered to be a non-self-resetting action.

Compliance is checked by inspection.

23.4 Plugs and socket-outlets **for extra-low voltage** circuits, and those used as terminal devices for heating elements, shall not be interchangeable with mains plugs and socket-outlets listed in IEC 60884, IEC/TR 60083 or IEC 60906-1 or with connectors and appliance inlets complying with the standard sheets of IEC 60320-1.

Compliance is checked by inspection.

23.5 Motors connected to the supply mains, and having basic insulation which is inadequate for the rated voltage of the tool, shall comply with the requirements of Annex B.

Compliance is checked by the tests of Annex B.

24 Supply connection and external flexible cords

24.1 Tools shall be provided with one of the following means of connection to the supply:

- a **supply cord** with a minimum length of 1,8 m and with a plug;
- a **supply cord** with a minimum length of 1,8 m and without a plug, the information for connection shall be given in the instructions in accordance with 8.14.2 a);
- an appliance inlet having at least the same degree of protection against moisture as required for the tool;
- a **supply cord** with a length between 0,2 m and 0,5 m and fitted with a plug or other connector having at least the same degree of protection against moisture as required for the tool.

Plugs, connectors and inlets shall be suitable for the ratings of the tool.

Compliance is checked by inspection and by measurement.

The cord is measured from where it exits the tool to where it enters the plug, if one is provided, or to the end of the cord, if there is no plug.

24.2 **Supply cords** shall be assembled to the tool by one of the following methods:

- **type X attachment**;
- **type Y attachment**;
- **type Z attachment**, if allowed in the relevant part of IEC 62841-2, IEC 62841-3 or IEC 62841-4.

Supply cords with **type X attachment** shall be specially prepared cords only available from the manufacturer or his service agent. A specially prepared cord may also include a part of the tool.

Compliance is checked by inspection and, if necessary, by manual test.

24.3 Plugs shall not be fitted with more than one flexible cord.

Compliance is checked by inspection.

24.4 Supply cords shall be not lighter than:

- ordinary rubber sheathed flexible cord (code designation 60245 IEC 53); or
- ordinary polyvinyl chloride sheathed flexible cord (code designation 60227 IEC 53).

Polyvinyl chloride insulated flexible cords shall not be used for tools having external metal parts, the temperature rise of which exceeds 75 K during the test of Clause 12.

NOTE 1 In the United States of America, the following conditions apply:

Supply cords shall be not lighter than Junior Hard service cord in accordance with the National Electrical Code, NFPA 70,

Attachment plugs and cords shall be equal to or greater than the rating of the tool.

NOTE 2 In Canada, the following conditions apply:

Supply cords shall be not lighter than Hard Usage cord in accordance with the Canadian Electrical Code, Part 1.

Attachment plugs and cords shall be equal to or greater than the rating of the tool.

Compliance is checked by inspection and by measurement.

24.5 Supply cords shall have a nominal cross-sectional area not less than those shown in Table 8.

Table 8 – Minimum cross-sectional area and AWG sizes of supply cords

Rated current of the tool A	Nominal cross-sectional area mm ²	AWG size ^a
Up to and including 6	0,75	18
Over 6 up to and including 10	1	
Over 10 up to and including 12	1,5	17
Over 12 up to and including 13		16
Over 13 up to and including 16		14
Over 16 up to and including 18	2,5	12
Over 18 up to and including 25		

^a AWG stands for American Wire Gauge as defined in ASTM B 258-02

*Compliance is checked by inspection of the markings on the **supply cord**.*

24.6 For **class I tools**, the **supply cord** shall be provided with a green or green/yellow core; it shall be connected to the internal earthing terminal of the tool, and to the earthing contact of the plug.

Compliance is checked by inspection.

24.7 Conductors of **supply cords** shall not be consolidated by lead-tin soldering where they are subject to contact pressure, unless the clamping means is so designed that there is no risk of a bad contact due to cold flow of the solder.

Compliance is checked by inspection.

The requirement may be met by using spring terminals. Securing the clamping screws alone is not considered adequate.

24.8 For all types of attachment, moulding together the **supply cord** to the enclosure or part of it shall not affect the insulation of the cord.

Compliance is checked by inspection.

24.9 Tools provided with a **supply cord** shall be constructed so that the **supply cord** is protected against damage where it enters the tool.

This shall be achieved by either:

- a flexible cord guard; or
- a cord inlet; or
- a bushing.

Compliance is checked by inspection.

24.10 Cord inlets and bushings shall:

- be so shaped as to prevent damage to the **supply cord**;
- be reliably fixed;
- not be removable without the aid of a tool.

Compliance is checked by inspection and by manual test.

24.11 Tools, other than **transportable tools**, provided with a **supply cord** that is flexed while in operation shall be constructed so that the **supply cord** is protected against excessive flexing where it enters the tool.

Compliance is checked by the following tests a) and b).

a) *The part of the tool fitted with the **supply cord** and its entry system is fixed in the oscillating member of an apparatus similar to that shown in Figure 2. The distance X, as shown in Figure 2, between the axis of oscillation and the point where the **supply cord** enters the tool, is adjusted so that when the oscillating member moves over its full range, the cord and load make the minimum lateral movement.*

*A weight, having the mass of the tool as specified in 5.17, but not less than 2 kg or more than 6 kg, is attached to the **supply cord**.*

*The oscillating member is moved backwards and forwards through an angle of 90° (45° on either side of the vertical), the number of flexings being 20 000 and the rate of flexing 60 per min. A flexing is one movement, either backwards or forwards. After 10 000 flexings, the sample is turned through 90° about the centre line of the **supply cord** entry and the final 10 000 flexings are conducted.*

b) *For tools provided with a cord guard, the cord anchorage and the terminal screws are loosened, without removing the conductors of the **supply cord**. However, if the cord guard is clamped under the cord anchorage, the cord anchorage is not loosened.*

The tool is then lifted by the cord guard, without jerks, over a distance of approximately 500 mm in approximately 1 s, and replaced on a support. The operation is made 10 times.

During this test, the cord guard shall not slip out of its location.

After the tests a) and b), if applicable, the following results shall not have occurred:

- *disconnection of any conductor from its terminal;*
- *a breakage of more than 10 % of the strands of any conductor.*

NOTE Conductors include earthing conductors.

24.12 Supply cords of tools, other than **transportable tools**, that are flexed while in operation shall be protected against excessive bending at the inlet opening of the tool.

The cord guard, if any, shall be fixed in a reliable manner, and shall be of such a design that they project outside the tool for a distance beyond the inlet opening of at least five times the overall diameter of the cable or cord delivered with the tool.

Compliance is checked by inspection, by measurement and by the following test.

*The tool is fitted with a **supply cord** that extends approximately 100 mm from the end of the **supply cord** entry or the cord guard, if any.*

*The tool is so held that the axis of the **supply cord** entry or cord guard, if any, where the cord leaves it, projects upwards at an angle 45° to the horizontal when the **supply cord** is free from stress.*

*A mass equal to $10 D_c^2 g$ is then attached to the free end of the **supply cord**. D_c is the external diameter of the **supply cord** supplied with the tool in mm.*

*Immediately after the mass has been attached, the radius of the curvature of the **supply cord** shall not be less than $1,5 D_c$ anywhere along the length of the **supply cord**.*

24.13 Tools provided with a **supply cord** shall have a cord anchorage. The cord anchorage shall relieve conductors from strain, including twisting, at the terminals and protect the insulation of the conductors from abrasion.

It shall not be possible to push the cord into the tool to such an extent that the cord, or internal parts of the tool, could be damaged.

Compliance is checked by inspection, by manual test, and by the following test.

A mark is made on the cord while it is subjected to the pull force shown in Table 9, at a distance of approximately 20 mm from the cord anchorage or other suitable point.

The cord is then pulled, without jerking, for 1 s in the most unfavourable direction with the force specified. The test is carried out 25 times.

The cord, unless on an automatic cord reel, is then subjected to a torque that is applied as close as possible to the tool. The torque is specified in Table 9 and is applied for 1 min.

Table 9 – Pull and torque value

Mass of tool as specified in 5.17 kg	Pull N	Torque Nm
Up to and including 1	30	0,1
Over 1 up to and including 4	60	0,25
Over 4	100	0,35

During the tests, the cord shall not be damaged and shall show no appreciable strain at the terminals. The pull force is reapplied and the cord shall not be longitudinally displaced by more than 2 mm.

24.14 Cord anchorages shall either be so arranged that they are only accessible with the aid of a tool, or be so designed that the cord can only be fitted with the aid of a tool.

Compliance is checked by inspection.

24.15 Cord anchorages shall be so designed or located that:

- the cord cannot touch the clamping screws of the cord anchorage, if these screws are accessible, unless they are separated from accessible metal parts by **supplementary insulation**;
- the cord is not clamped by a metal screw which bears directly on the cord;
- glands are not used as cord anchorages;
- for **class I tools**, if an insulation fault on the cord could make accessible metal parts live, they are of insulating material or are provided with an insulating lining complying with the requirements for **basic insulation**. The sheath of the cord is considered adequate for this purpose;
- for **class II tools**, they are of insulating material or are insulated from accessible metal parts by insulation complying with the requirements for **supplementary insulation**. The sheath of the cord alone is not considered to fulfil this requirement.

Compliance is checked by inspection.

24.16 For **type X attachments**, cord anchorages shall be designed or located that:

- replacement of the cord is easily possible;

- it is clear how the relief from strain and the prevention of twisting are to be obtained;
- screws, if any, which have to be operated when replacing the cord, do not serve to fix any other component, unless, when omitted or incorrectly mounted, they render the tool inoperative or clearly incomplete, or unless the parts intended to be fastened by them cannot be removed without the aid of a tool during the replacement of the cord;
- in the case of labyrinths, these labyrinths cannot be bypassed in such a way that the test of 24.13 is not withstood;
- at least one part of the cord anchorage is securely fixed to the tool or to a functional part of the tool such as the switch, terminal block or the like, unless it is part of the specially prepared cord.

Compliance is checked by inspection, and by the test of 24.13 under the following conditions.

The conductors are introduced into the terminals, the terminal screws, if any, being tightened just sufficiently to prevent the conductors from easily changing their position. The cord anchorage is used in the normal way, the clamping screws, if any, being tightened with a torque equal to two-thirds of that specified in 27.1.

Screws of insulating material bearing directly on the cord are fastened with two-thirds of the torque specified in column I of Table 11; the length of the slot in the screw head being taken as the nominal diameter of the screw.

24.17 For **type X attachment**, production methods such as tying the cord into a knot, or tying the ends with string, are not allowed.

Compliance is checked by inspection.

24.18 The space for the **supply cord** provided inside, or as a part of the tool for **type X attachment** shall be so designed:

- as to permit checking, before fitting the cover, if any, that the conductors are correctly connected and positioned;
- that covers, if any, can be fitted without risk of damage to the supply conductors or their insulation;
- that the uninsulated end of the conductor, should it become free from a terminal, cannot come into contact with **accessible parts**, unless the cord is provided with terminations that are unlikely to slip free of the conductor.

*Compliance is checked by inspection and, for **type X attachment**, by the following additional test.*

For pillar terminals where the conductors are not separately clamped at a distance of 30 mm or less from the terminal, and for other terminals with screw clamping, the clamping screws or nuts are loosened in turn. Without removing the conductor from the conductor space, a force of 2 N is applied to the wire in any direction and adjacent to the terminal, screw or stud. The uninsulated end of the conductor shall not then come into contact with accessible metal parts or any other metal part connected thereto.

For pillar terminals, where the conductors are separately clamped at a distance of 30 mm or less from the terminal, the tool is considered to meet the requirement that the uninsulated end of the conductor must not come into contact with accessible metal parts.

24.19 Appliance inlets shall:

- be so located or enclosed that **live parts** are not accessible during insertion or removal of the connector;
- be so placed that the connector can be inserted without difficulty;

- be so placed that, after insertion of the connector, the tool is not supported by the connector when in any position of **normal use** on a horizontal flat surface.

Compliance is checked by inspection and, with regard to the first requirement, by means of the test probe B of IEC 61032:1997, for tool inlets other than those standardized in IEC 60320.

Tools provided with appliance inlets complying with IEC 60320 are considered to comply with the first requirement.

24.20 Interconnection cords shall comply with the requirements for the **supply cord**, except that

- the cross-sectional area of the conductors of the cord is determined on the basis of the maximum current carried by the conductor during the test of Clause 12;
- the insulation of the conductor shall be adequate for its **working voltage**;
- the test of 24.11 is restricted to the range of motion of the tool during **normal use**.

NOTE The maximum current carried by the conductor during the test of Clause 12 is not necessarily the **rated current** of the tool.

Compliance is checked by inspection and by measurement.

24.21 Interconnection cords shall not be detachable without the aid of a tool if compliance with this standard is impaired when they are disconnected.

Compliance is checked by inspection.

25 Terminals for external conductors

25.1 Tools shall be provided with terminals or equally effective devices for the connection of external conductors. The terminals shall only be accessible with the aid of a tool.

Screws and nuts shall not serve to fix any other component, except that they may also clamp internal conductors, if these are so arranged that they are unlikely to be displaced when fitting the supply conductors.

Compliance is checked by inspection and by manual test.

For tools with **type X attachment**, soldered connections may be used for the connection of external conductors, provided that the conductor is so positioned or fixed that reliance is not placed upon the soldering alone to maintain the conductor in position, unless barriers are provided so that **creepage distances** and **clearances** between **live parts** and other metal parts cannot be reduced to less than 50 % of the values specified in 28.1, should the conductor become free at the soldered joint.

For **type Y attachment** and **type Z attachment**, soldered, welded, crimped and similar connections may be used for the connection of external conductors; moreover, for **class II tools**, the conductor shall be so positioned or fixed that reliance is not placed upon the soldering, crimping, or welding alone to maintain the conductor in position, unless barriers are provided so that **creepage distances** and **clearances** between **live parts** and other metal parts cannot be reduced to less than 50 % of the values specified in 28.1, should the conductor become free at the soldered or welded joint, or slip out of the crimped connection.

It is not to be expected that two independent fixings will become loose at the same time.

Conductors connected by soldering are not considered to be adequately fixed, unless they are held in place near to the termination, independently of the solder; but "hooking in" before soldering is, in general, considered to be a suitable means for maintaining the conductors of a

power **supply cord** other than a tinsel cord in position, provided the hole through which the conductor is passed is not unduly large.

The terminals of a component (such as a switch) built into the tool may be used as terminals intended for external conductors.

Conductors connected to terminals or terminations by other means are not considered to be adequately fixed, unless an additional fixing is provided near the terminal or termination; this additional fixing, in the case of stranded conductors, clamps both the insulation and the conductor.

Compliance is checked by inspection and by measurement.

25.2 Terminals for **supply cords** shall be suitable for their purpose.

Compliance is checked by inspection and by applying a pull of 5 N to the connection.

After the test, the connections shall show no damage which could impair compliance with this standard.

25.3 For tools with **type X attachment**, terminals shall be so fixed that, when the clamping means is tightened or loosened, the terminal does not work loose, internal wiring is not subjected to stress, and **creepage distances** and **clearances** are not reduced below the values specified in 28.1.

Compliance is checked by inspection, and by the test of 9.6 of IEC 60999-1:1999, the torque applied being, however, equal to two-thirds of the torque specified in Table 4 of that standard.

Terminals may be prevented from working loose by fixing with two screws, by fixing with one screw in a recess, so that there is no appreciable play, or by other suitable means.

*The requirement for fixation of terminals does not preclude the provision of supply terminals on switches, or similar device in a recess if, after connection of the **supply cord**, and after re-positioning of the switch or similar device in its recess, it can be verified by inspection that these components and the **supply cord** are, after reassembly of the tool, in the correct position.*

*Covering with sealing compound without other means of locking is not considered to be sufficient. Self-hardening resins may, however, be used to lock terminals which are not subject to torsion in **normal use**.*

25.4 For tools with **type X attachment**, terminals shall be so designed that they clamp the conductor between metal surfaces with sufficient contact pressure, and without damage to the conductor.

Compliance is checked by inspection of the terminals and of the conductors after the test of 25.3.

25.5 Terminals of the pillar type shall be so constructed and located that the end of a conductor introduced into the hole is visible, or can pass beyond the threaded hole for a distance at least equal to half the nominal diameter of the screw but at least 2,5 mm.

Compliance is checked by inspection and by measurement.

25.6 For **type X attachment**, the terminals shall be clearly recognizable and accessible after opening the tool. All terminals shall be located behind one cover, or one part of the enclosure.

Compliance is checked by inspection.

25.7 Terminal devices of tools with **type X attachment** shall be so located or shielded that should a wire of a stranded conductor escape when the conductors are fitted, there is no risk of accidental connection between **live parts** and accessible metal parts and, in the case of **class II tools**, between **live parts** and metal parts separated from accessible metal parts by **supplementary insulation** only.

Compliance is checked by the following test.

An 8 mm length of insulation is removed from the end of a flexible conductor having a nominal cross-sectional area as specified in 24.5.

One wire of the stranded conductor is left free, and the other wires are fully inserted into and clamped in the terminal.

The free wire is bent, without tearing the insulation back, in every possible direction, but without making sharp bends around barriers.

*The free wire of a conductor connected to a live terminal shall not touch any metal part which is accessible, or is connected to an accessible metal part or, for **class II tools**, any metal part which is separated from **accessible parts** by **supplementary insulation** only. The free wire of a conductor connected to an earthing terminal shall not touch any **live part**.*

26 Provision for earthing

26.1 Accessible parts of **class I tools**, which may become live in the event of an insulation fault, shall be permanently and reliably connected to an earthing terminal or termination within the tool, or to the earthing contact of the tool inlet.

The printed conductors of printed circuit boards shall not be used to provide continuity of the protective earthing circuit.

Earthing terminals and earthing contacts shall not be electrically connected to the neutral terminal.

Class II tools and **class III tools** shall have no provision for earthing.

If accessible metal parts are screened from **live parts** by metal parts which are connected to the earthing terminal or termination, or to the earthing contact, they are not, for the purpose of this requirement, regarded as likely to become live in the event of an insulation fault.

Rotating motor components that have metal-to-metal bearing surfaces shall be considered to be electrically bonded to each other through the bearing surfaces for earthing purposes.

Accessible parts, which are separated from **live parts** by **double insulation** or by **reinforced insulation**, are not considered likely to become live in the event of an insulation fault.

Metal parts behind a decorative cover which does not withstand the test of Clause 20 are considered to be **accessible parts**.

Compliance is checked by inspection.

26.2 The clamping means of earthing terminals shall be adequately locked against accidental loosening, and it shall not be possible to loosen them without the aid of a tool. Screw clamping terminals complying with Clause 25 or screwless terminals in accordance with IEC 60998-2-2 are considered to comply with the requirements of 26.2.

For specifically prepared cords, terminals complying with IEC 61210 and the specifications in Table 10 are considered to comply with the requirements of 26.2. The connector material of quick connect terminals, if steel, shall comply with the requirements of Clause 15.

Table 10 – Quick-connect terminals for earthing conductors

Nominal cross-sectional area mm ²	AWG wire size	Minimum tab width mm	Minimum tab thickness mm	Connector material
0,75 to 1,0	18	2.8	0.5	Brass or steel
1,5	16	2.8	0.8	Brass or steel
1,5	16	2.8	0.5	Brass
2,5	14	6.35	0.8	Brass or steel

Compliance is checked by inspection, by measurement, by manual test and, for screwless terminals, by the tests specified in IEC 60998-2-2.

26.3 If **detachable parts** have an earth connection, this connection shall be made before the current-carrying connections are established when placing the part in position, and the current-carrying connections shall be separated before the earth connection is broken when removing the part.

For tools with **supply cords**, the arrangement of the terminals, or the length of the conductors between the cord anchorage and the terminals, shall be such that the current-carrying conductors become taut before the earthing conductor, if the cord slips out of the cord anchorage.

Compliance is checked by inspection and by manual test.

26.4 All parts of the earthing terminal intended for the connection of external conductors shall be such that there is no risk of corrosion resulting from contact between these parts and the copper of the earthing conductor, or any other metal in contact with these parts.

Parts which may transmit current in the event of an insulation fault, other than parts of a metal frame or enclosure, shall be of coated or uncoated metal having adequate resistance to corrosion. If such parts are of steel, they shall be provided at the essential areas with an electroplated coating having a thickness of at least 5 µm.

Parts of coated or uncoated metal, which are only intended to provide or to transmit contact pressure, shall be adequately protected against rusting.

If the body of the earthing terminal is a part of a frame or enclosure of aluminium or aluminium alloy, precautions shall be taken to avoid the risk of corrosion resulting from contact between copper and aluminium or its alloys.

Parts of copper alloys containing at least 58 % copper for parts that are worked cold, and at least 50 % copper for other parts, and parts of stainless steel containing at least 13 % chrome, are considered to be sufficiently resistant to corrosion. Parts subjected to a treatment such as chromate conversion coating are in general not considered to be adequately protected against corrosion, but they may be used to provide or to transmit contact pressure.

The essential areas of steel parts are, in particular, those transmitting current. In evaluating such areas, the thickness of the coating in relation to the shape of the part has to be taken into account. In case of doubt, the thickness of the coating is measured as described in ISO 2178 or in ISO 1463.

Compliance is checked by inspection, by measurement, by manual test, and by the test of 15.1.

26.5 The connection between the earthing terminal or earthing contact, and earthed metal parts shall be of low resistance.

Compliance is checked by the following test.

*A current derived from a source having a no-load voltage not exceeding 12 V (a.c. or d.c.) and equal to 1,5 times **rated current** of the tool, or 25 A, whichever is the greater, is passed between the earthing terminal or earthing contact, and each of the accessible metal parts in turn.*

The voltage drop between the earthing terminal of the tool or the earthing contact of the tool inlet, and the accessible metal part is measured, and the resistance calculated from the current and this voltage drop.

In no case shall the resistance exceed 0,1 Ω .

In case of doubt, the test is carried out until steady conditions have been established.

The resistance of the flexible cord is not included in the resistance measurement.

Care is taken that the contact resistance between the tip of the measuring probe and the metal part under test does not influence the test results.

27 Screws and connections

27.1 Fixings, and electrical connections, the failure of which may impair compliance with this standard, and connections providing earthing continuity shall withstand mechanical stresses occurring.

Screws used for this purpose shall not be of metal which is soft or liable to creep, such as zinc or aluminium.

Such screws, when of insulating material, shall have a nominal diameter of at least 3 mm; they shall not be used for any electrical connection or connections providing earthing continuity.

Screws transmitting electrical contact pressure shall screw into metal.

Screws shall not be of insulating material if their replacement by a metal screw could impair **supplementary insulation** or **reinforced insulation**.

Screws which may be removed when replacing a **supply cord** having a **type X attachment**, or when undertaking **user maintenance**, shall not be of insulating material if their replacement by a metal screw could impair **basic insulation**.

Compliance is checked by inspection and by the following test.

Screws and nuts are tested if they are

- *used for electrical connections;*

- used for connections providing earthing continuity;
- likely to be tightened
 - during user maintenance;
 - when replacing a **supply cord** having a **type X attachment**;
 - during installation/assembly in accordance with the information required in 8.14.2 a).

The screws or nuts are tightened and loosened without jerking:

- 10 times for screws in engagement with a thread of insulating material;
- 5 times for nuts and other screws.

Screws in engagement with a thread of insulating material are completely removed and reinserted each time.

When testing terminal screws and nuts, a conductor of the nominal cross-sectional area specified in 24.5 is placed in the terminal. It is repositioned before each tightening.

The test is carried out by means of a suitable test screwdriver, spanner or key and by applying a torque as shown in Table 11. The shape of the blade of the test screwdriver is to fit the head of the screw to be tested. The appropriate column being:

Column I is applicable for metal screws without heads if the screw does not protrude from the hole when tightened.

Column II is applicable

- for other metal screws and for nuts;
- for screws of insulating material
 - having a hexagonal head with the dimension across flats exceeding the overall thread diameter, or
 - with a cylindrical head and a socket for a key, the socket having a cross-corner dimension exceeding the overall thread diameter, or
 - with a head having a slot or cross-slots, the length of which exceeds 1,5 times the overall thread diameter.

Column III is applicable for other screws of insulating material.

During the test, no damage impairing the further use of the fixing or electrical connections shall occur.

Table 11 – Torque for testing screws and nuts

Nominal diameter of screw mm	Torque Nm		
	I	II	III
Up to and including 2,8	0,2	0,4	0,4
Over 2,8 up to and including 3,0	0,25	0,5	0,5
Over 3,0 up to and including 3,2	0,3	0,6	0,5
Over 3,2 up to and including 3,6	0,4	0,8	0,6
Over 3,6 up to and including 4,1	0,7	1,2	0,6
Over 4,1 up to and including 4,7	0,8	1,8	0,9
Over 4,7 up to and including 5,3	0,8	2,0	1,0
Over 5,3	–	2,5	1,25

27.2 Electrical connections shall be so designed that contact pressure is not transmitted through insulating material which is liable to shrink or to distort, unless there is sufficient resiliency in the metallic parts to compensate for any possible shrinkage or distortion of the insulating material. Ceramic material is not liable to shrink or to distort.

Compliance is checked by inspection.

27.3 Space-threaded (sheet metal) screws shall not be used for the connection of current-carrying parts, unless they clamp these parts directly in contact with each other, and are provided with a suitable means of locking.

Thread-cutting (self-tapping) screws shall not be used for the electrical connection of current-carrying parts, unless they generate a full-form standard machine screw thread. Such screws shall not, however, be used if they are likely to be operated by the user, unless the thread is formed by a swageing action.

Thread-cutting and space-threaded screws may be used to provide earthing continuity, provided that it is not necessary to disturb the connection in **normal use**, and that at least two screws are used for each connection.

Compliance is checked by inspection.

27.4 Screws, which make a mechanical connection between different parts of the tool, shall be secured against loosening, if they also make electrical connections.

This requirement does not apply to screws in the earthing circuit if at least two screws are used for the connection, or if an alternative earthing circuit is provided.

Spring washers and the like may provide satisfactory security. Sealing compound which softens on heating provides satisfactory security only for screw connections not subject to torsion in **normal use**.

Rivets used for electrical connections shall be secured against loosening if these connections are subject to torsion in **normal use**. A non-circular shank or an appropriate notch may be sufficient to comply with this requirement.

This requirement does not imply that more than one rivet is necessary for providing earthing continuity.

Compliance is checked by inspection and by manual test.

27.5 Screwless connectors, not intended for disconnection in **normal use**, shall prevent disconnection in **normal use**.

Compliance is checked by the following test.

Connectors that terminate a wire shall withstand a pull of 5 N applied through the wire in the opposite direction from the force used to apply the connector. Neither the connector nor the wire shall become disconnected. In the case where the direction of the application is not in line with the exit direction of the wire, then the force shall be applied in both directions, one at a time.

Connectors investigated to their relevant IEC standards (IEC 61210, IEC 60998-2-1, IEC 60998-2-2, IEC 60999-1:1999, IEC 61984) for retention, are considered to have met the requirements of 27.5.

27.5.1 Conductors shall be secured by more than one means or shall not impair safety in the event of detachment.

Compliance is checked by inspection and, if applicable, by the following test.

If there is only one means of securing, the conductors are detached from their connector one at a time and subjected to the following.

*The detached conductor is moved around its nearest point of retention to check that **clearances** cannot be reduced to less than 50 % of the values specified in 28.1.*

NOTE Examples of more than one means of securing conductors include connectors that are designed to crimp both the insulation and the inner conductor of the wire.

28 Creepage distances, clearances and distances through insulation

28.1 Creepage distances and clearances shall not be less than the values in millimetres shown in Table 12. The values specified in the table do not apply to cross-over points of motor windings.

The values in Table 12 are equal or larger than the values required by IEC 60664-1, when

- an overvoltage category II;
- a material group III;
- a pollution degree 1 for parts protected against deposition of dirt and for lacquered or enamelled windings;
- a pollution degree 3 for other parts;
- inhomogeneous electric field

are applied.

If a resonance voltage occurs between the point where a winding and a capacitor are connected together, and metal parts which are separated from **live parts** by **basic insulation** only, the **creepage distance** and **clearance** shall not be less than the values specified for the value of the voltage imposed by the resonance, these values being increased by 4 mm in the case of **reinforced insulation**.

Compliance is checked by measurement.

For tools provided with an appliance inlet, the measurements are made with an appropriate connector inserted. For other tools, they are made on the tool as delivered.

For tools provided with belts, the measurements are made with the belts in place, and the devices intended for varying the belt tension adjusted to the most unfavourable position within their range of adjustment, and also with the belts removed.

Movable parts are placed in the most unfavourable position; nuts and screws with non-circular heads are assumed to be tightened in the most unfavourable position.

*The **clearances** between terminals and accessible metal parts are also measured with the screws or nuts unscrewed as far as possible, but the **clearances** shall then be not less than 50 % of the value shown in Table 12.*

Table 12 – Minimum creepage distances and clearances

Dimensions in millimetres

Distances	Class III tools		Other tools					
			Working voltage ≤ 130 V		Working voltage > 130 V and ≤ 280 V		Working voltage > 280 V and ≤ 480 V	
	Creepage distance	Clearance	Creepage distance	Clearance	Creepage distance	Clearance	Creepage distance	Clearance
Between live parts of different polarity ^a : – if lacquered or enamelled windings or if protected against deposition of dirt ^b – if not protected against deposition of dirt	1,0	1,0	1,0	1,0	2,0	2,0	3,0	3,0
	2,0 ^d	1,5	2,0 ^c	1,5	3,0 ^c	2,5	8,0 ^d	3,0
Between live parts and other metal parts over basic insulation : – if the live parts are lacquered or enamelled windings ^e or if protected against deposition of dirt ^b – if not protected against deposition of dirt	–	–	1,0	1,0	2,0	2,0	– ^f	– ^f
	–	–	2,4 ^d	1,5	4,0 ^d	3,0	– ^f	– ^f
Between live parts and other metal parts over reinforced insulation : – if the live parts are lacquered or enamelled windings or protected against deposition of dirt ^b – for other live parts not protected against deposition of dirt	–	–	5,0	5,0	6,0	6,0	– ^f	– ^f
	–	–	5,0	5,0	8,0	8,0	– ^f	– ^f
Between metal parts separated by supplementary insulation	–	–	2,5	2,5	4,0	4,0	– ^f	– ^f

^a The **clearances** specified do not apply to the air gap between the contacts of thermal controls, overload protection devices, switches of micro-gap construction, and the like, or to the air gap between the current-carrying members of such devices where the **clearance** varies with the movement of the contacts.

^b In general, the interior of a tool having a reasonably dust-proof enclosure is considered to be protected against deposition of dirt, provided the tool does not generate dust within itself; hermetic sealing is not required.

^c These **creepage distances** are slightly lower than suggested by IEC 60664-1. **Creepage distances** between **live parts** of different polarity (functional insulation) are only associated to fire hazard, not to electric shock hazard. As products in the scope of IEC 62841 are products supervised during **normal use**, lower distances are justified.

^d These **creepage distances** may be reduced to values in accordance with IEC 60664-1, if the insulation parts are of material group II or lower.

^e Windings are considered to have **basic insulation** if they are wrapped with tape and then impregnated, or if they are covered with a layer of self-hardening resin, and if, after the test of 14.1, an electric strength test as specified in Clause D.2 is withstood, the test voltage being applied between the conductors of the winding and metal foil in contact with the surface of the insulation.

It is sufficient that the wrapping and impregnation, or the layer of self-hardening resin, cover the windings only at places where it is not possible to obtain the **creepage distance** or **clearance** specified for lacquered or enamelled windings.

^f The **rated voltage** between a three-phase supply and earth will not be more than 277 V, therefore the column "**Working voltage** > 130 V and ≤ 280 V" will apply. For **working voltages** greater than 280 V, **creepage distances** and **clearances** shall be determined in accordance with IEC 60664-1, but shall not be lower than the values required in the column "**Working voltage** > 130 V and ≤ 280 V".

Distances through slots or openings in external parts of insulating material are measured to metal foil in contact with the accessible surface; the foil is pushed into corners and the like by means of the test probe B of IEC 61032:1997, but it is not pressed into openings.

If necessary, a force is applied to any point on internal wiring and bare conductors, other than those of heating elements, to any point on uninsulated metal capillary tubes of **thermostats** and similar devices, and to the outside of metal enclosures, in an endeavour to reduce the **creepage distances** and **clearances** while taking the measurements.

The force is applied by means of the test probe B of IEC 61032:1997, and has a value of:

- 2 N for internal wiring and bare conductors and for uninsulated capillary tubes of **thermostats** and similar devices;
- 30 N for enclosures.

The way in which **creepage distances** and **clearances** are measured is indicated in Annex A.

For tools having parts with **double insulation** where there is no metal between **basic insulation** and **supplementary insulation**, the measurements are made as though a metal foil were present between the two insulations.

Means provided for fixing the tool to a support are considered to be accessible.

For conductive patterns on printed circuit boards, except at their edges, the values in the table between parts of different potential may be reduced, as long as the peak value of the voltage stress does not exceed:

- 150 V per mm with a minimum distance of 0,2 mm, if protected against the deposition of dirt;
- 100 V per mm with a minimum distance of 0,5 mm, if not protected against the deposition of dirt.

When the limits mentioned above lead to higher values than those of the table, the values of the table apply.

NOTE The above values are equal or larger than the values required by IEC 60664-3.

These distances may be reduced further, provided that the tool complies with the requirements of Clause 18 when the distances are short-circuited in turn.

Creepage distances and **clearances** within optocouplers are not measured if the individual insulations are adequately sealed, and if air is excluded between individual layers of the material.

For **live parts** of different polarity, except for external mains connection, **creepage distances** and **clearances** smaller than those specified in the table are allowed, provided the requirements of Clause 18 are met if these **creepage distances** and **clearances** are short-circuited in turn.

28.2 Depending on the **working voltage**, the distance through insulation shall be sufficient:

- For **working voltages** up to and including 130 V, the distance through insulation between metal parts shall not be less than 1,0 mm, if they are separated by **supplementary insulation**, and not be less than 1,5 mm, if they are separated by **reinforced insulation**.
- For **working voltages** over 130 V up to and including 280 V, the distance through insulation between metal parts shall not be less than 1,0 mm, if they are separated by **supplementary insulation**, and not be less than 2,0 mm, if they are separated by **reinforced insulation**.

- For **working voltages** up to and including 280 V, the distance through **reinforced insulation** used between windings and accessible metal shall not be less than 1,0 mm.

The required distance through insulation may be achieved through several thicknesses of solid insulation layers that may have intervening air between the layers such that the sum of the thicknesses of the solid insulation equals the required thickness.

This requirement does not apply, if either a) or b) is fulfilled.

- a) The insulation is applied in thin sheet form, other than mica or similar scaly material, and consists:
 - for **supplementary insulation**, of at least two layers, provided that any one of the layers withstands the electric strength test prescribed for **supplementary insulation**;
 - for **reinforced insulation**, of at least three layers, provided that, when any two of the layers are placed in contact, they withstand the electric strength test prescribed for **reinforced insulation**.

The test voltage is applied between the outer surfaces of the layer, or of the two layers, as applicable.

- b) The **supplementary insulation** or the **reinforced insulation** is inaccessible and meets the following condition:

The insulation, after having been conditioned for seven days (168 h) in an oven maintained at a temperature equal to 50 K greater than the maximum temperature rise determined during the test of Clause 12 withstands an electric strength test as specified in Annex D, this test being made on the insulation both at the temperature occurring in the oven, and at approximately room temperature.

Compliance is checked by inspection and by measurement.

For optocouplers, the conditioning procedure is carried out at a temperature of 50 K in excess of the maximum temperature rise measured on the optocoupler during the tests of Clause 12 and Clause 18, the optocoupler being operated under the most onerous conditions which occur during these tests.

Dimensions in millimetres

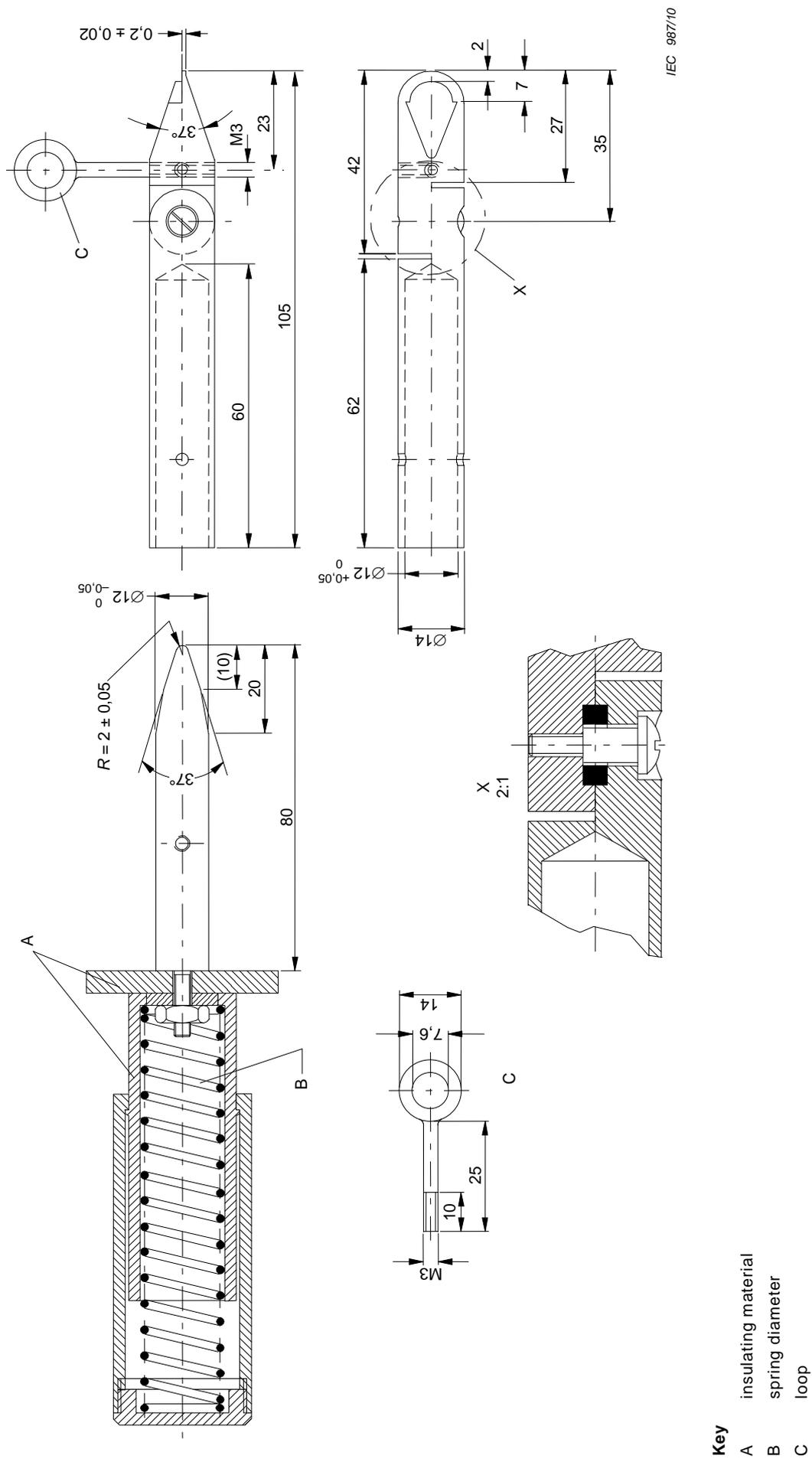
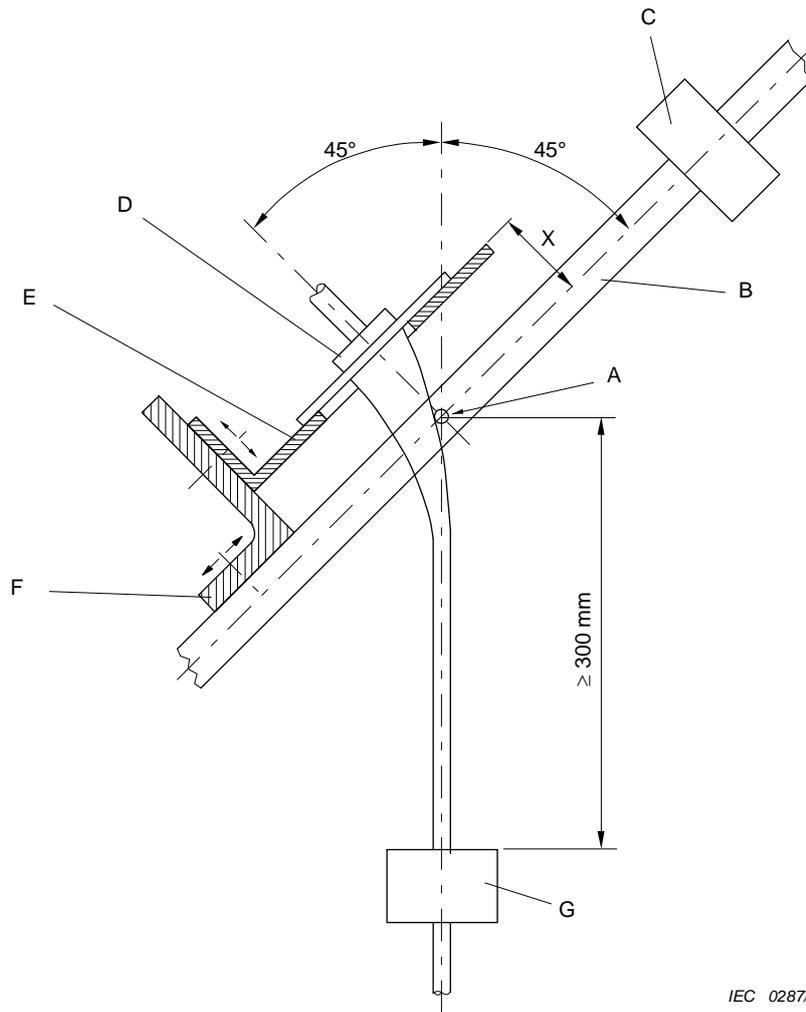


Figure 1 – Test fingernail

IEC 987/10

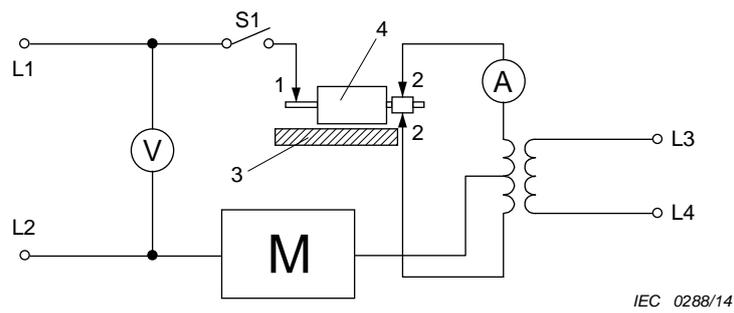


IEC 0287/14

Key

- A axis of oscillation
- B oscillating frame
- C counterweight
- D sample
- E adjustable carrier plate
- F adjustable bracket
- G load

Figure 2 – Flexing test apparatus

**Key**

- 1 shaft contact
- 2 commutator contacts
- 3 insulating table
- 4 armature
- L1, L2 voltage supply for leakage current measurement
- L3, L4 voltage supply (variable) for armature load current
- M circuit of Figure C.3 for the leakage current meter

Figure 3 – Overload test of a class II armature

Annex A (normative)

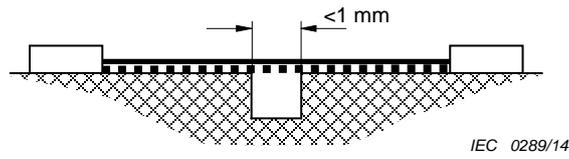
Measurement of creepage distances and clearances

The methods of measuring **creepage distances** and **clearances**, which are specified in 28.1, are indicated in cases 1 to 10 (see Figures A.1 to A.4).

These cases do not differentiate between gaps and grooves, or between types of insulation.

The following assumptions are made:

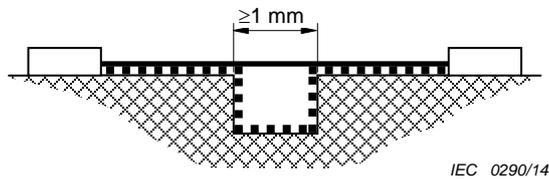
- *a groove may have parallel, converging, or diverging sides;*
- *any groove having diverging sides, a minimum width exceeding 0,25 mm, a depth exceeding 1,5 mm, and a width at the bottom equal to or greater than 1 mm, is regarded as an air gap across which no creepage path exists (case 8);*
- *any corner including an angle less than 80° is assumed to be bridged with an insulating link of 1 mm width (0,25 mm for dirt-free situations), moved into the most unfavourable position (case 3);*
- *where the distance over the top of a groove is 1 mm (0,25 mm for dirt-free situations) or more, no **creepage distance** exists across the air gap (case 2);*
- ***creepage distances** and **clearances** measured between parts moving relative to each other are measured when these parts are placed in their most unfavourable stationary positions;*
- *any air gap less than 1 mm wide (0,25 mm for dirt-free situations) is ignored in computing the total **clearance**.*



Condition: Path under consideration includes a parallel or converging sided groove of any depth with a width less than 1 mm.

Rule: **Creepage distance** and **clearance** are measured directly across the groove as shown.

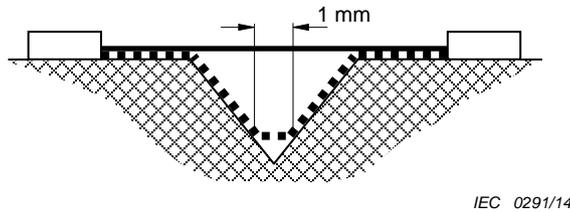
Case 1



Condition: Path under consideration includes a parallel sided groove of any depth equal to or more than 1 mm wide.

Rule: **Clearance** is the "line of sight" distance. Creepage path follows the contour of the groove.

Case 2



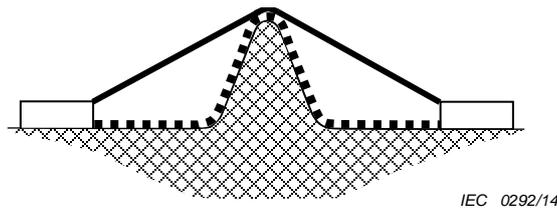
Condition: Path under consideration includes a V-shaped groove with internal angle of less than 80° and with a width greater than 1 mm.

Rule: **Clearance** is the "line of sight" distance. Creepage path follows the contour of the groove but "short circuits" the bottom of the groove by 1 mm link (0,25 mm for dirt-free situations).

Case 3

————— Clearance ■■■■■ Creepage distance

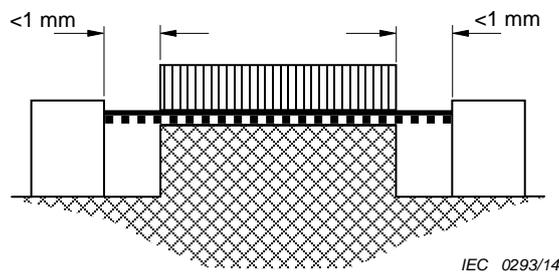
Figure A.1 – Clearance gap for parallel sided and V-shaped groove



Condition: Path under consideration includes a rib.

Rule: **Clearance** is the shortest direct path over the top of the rib. Creepage path follows the contour of the rib.

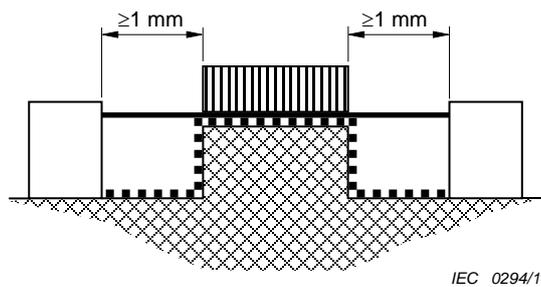
Case 4



Condition: Path under consideration includes an uncemented joint with grooves less than 1 mm wide on either side (0,25 mm for dirt-free situations).

Rule: **Creepage distance** and **clearance** is the "line of sight" distance shown.

Case 5



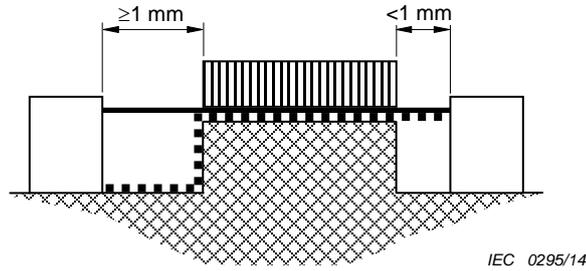
Condition: Path under consideration includes an uncemented joint with grooves equal to or more than 1 mm wide each side.

Rule: **Clearance** is the "line of sight" distance. Creepage path follows the contour of the grooves.

Case 6

Clearance
 Creepage distance

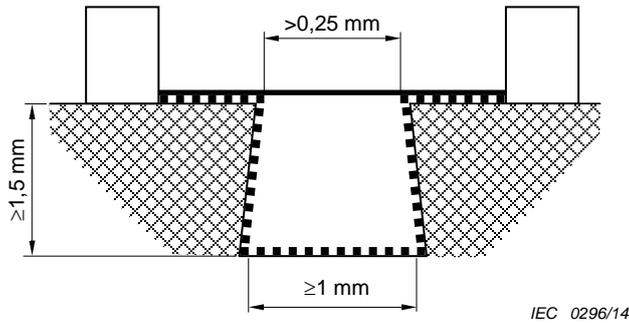
Figure A.2 – Clearance gap for rib and uncemented joint with groove



Condition: Path under consideration includes an uncemented joint with a groove on one side less than 1 mm wide and the groove on the other side equal to or more than 1 mm wide.

Rule: **Clearance** and creepage path are as shown.

Case 7



Condition: Path under consideration includes a diverging-sided groove equal to or greater than 1,5 mm deep and greater than 0,25 mm wide at the narrowest part and equal to or greater than 1 mm at the bottom.

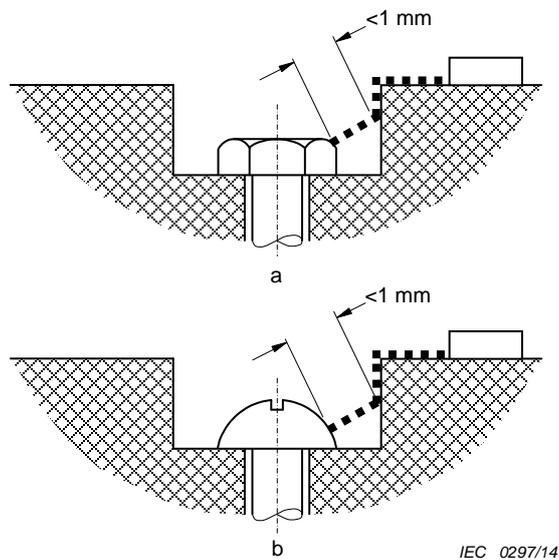
Rule: **Clearance** is the "line of sight" distance. Creepage path follows the contour of the groove.

Case 3 also applies to the internal corners if they are less than 80°.

Case 8

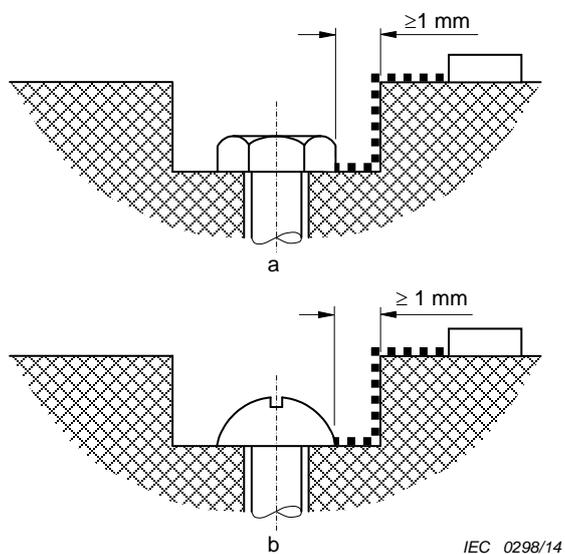
————— Clearance ■■■■■ Creepage distance

Figure A.3 – Clearance gap for uncemented joint and diverging-sided groove



Gap between head of screw and wall of recess too narrow to be taken into account.

Case 9



Gap between head of screw and wall of recess wide enough to be taken into account.

Case 10

————— Clearance ■■■■■ Creepage distance

Figure A.4 – Clearance gap between wall and screw

Annex B (normative)

Motors not isolated from the supply mains and having basic insulation not designed for the rated voltage of the tool

B.1 Scope

B.1.1 This annex applies to motors having a **working voltage** not exceeding a peak value of 42,4 V, not isolated from the supply mains, and having **basic insulation** not designed for the **rated voltage** of the tool.

All clauses of this standard apply to these motors, unless otherwise specified in this annex.

B.9 Protection against access to live parts

B.9.2

Metal parts of the motor are considered to be bare **live parts**.

B.12 Heating

B.12.4 *The temperature rise of the body of the motor is determined instead of the temperature rise of the windings.*

B.12.5 *The temperature rise of the body of the motor, where it is in contact with insulating material, shall not exceed the values shown in Table 1 for the relevant insulating material.*

B.18 Abnormal operation

B.18.1 The test of 18.3 is not made.

Tools are also subjected to the test of B.18.201.

B.18.201 *The tool is operated at **rated voltage** with each of the following fault conditions (see Figure B.1):*

- *short circuit of the terminals of the motor, including any capacitor incorporated in the motor circuit;*
- *open circuit of the supply to the motor;*
- *open circuit of any shunt resistor during operation of the motor.*

Only one fault condition is simulated at a time, the tests being made consecutively.

B.21 Construction

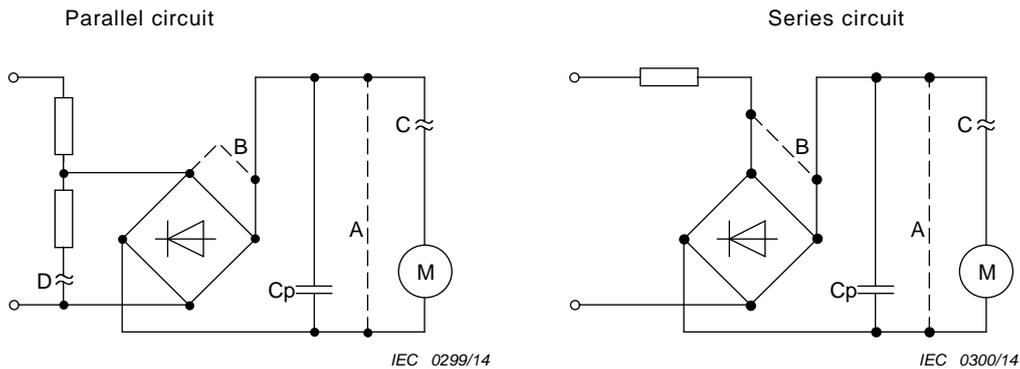
B.21.201 For **class I tools** incorporating a motor supplied by a rectifier circuit, the d.c. circuit shall be insulated from **accessible parts** of the tool by **double insulation** or **reinforced insulation**.

Compliance is checked by the tests specified for **double insulation** and **reinforced insulation**.

B.28 Creepage distances, clearances and distances through insulation

B.28.1

The values specified in Table 12 do not apply to distances between **live parts** of the motor and its other metal parts.



Key

- original connection
- - - short circuit
- ≈ open circuit
- A short circuit of the terminals of the motor
- B short circuit of the terminals of the rectifier
- C open circuit of the supply to the motor
- D open circuit of the shunt resistor

Figure B.1 – Simulation of fault conditions

Annex C (normative)

Leakage current

C.1 General

For battery-operated tools in accordance with Annex L, this annex only applies when the tool is in the configuration where it is directly connected to the mains or to a non-isolated source.

The leakage current, when required by other clauses, shall be measured by the following test under one of the conditions of Clause C.2 or Clause C.3, both with the tool switch S in the closed position.

The leakage current test is made with a.c. unless the tool is for d.c. only, in which case the test is not made.

Protective impedance is disconnected from live parts before carrying out the tests.

It is recommended that the tool be supplied through an isolating transformer; otherwise, it shall be insulated from earth.

The leakage current (weighted touch current) is measured by means of the circuit of Figure C.3 between any pole of the supply and accessible metal parts and metal foil in contact with accessible surfaces of insulating material, connected together.

NOTE The weighted touch current is equivalent to MIU (Measurement Indication Units).

The measurement circuit of Figure C.3 shall meet the accuracy specifications in Clause G.3 of IEC 60990:1999.

If the leakage current exceeds the specified limit due to capacitance effects, then metal foil with an area not exceeding 20 cm × 10 cm shall be used. If its area is smaller than the surface under test, it is moved to make sure all parts of the surface are tested. The heat dissipation of the tool shall, however, not be affected by the metal foil in areas such as ventilation openings.

The leakage current to accessible metal parts and metal foil shall not exceed the following values, unless otherwise specified in the relevant clause of this standard:

- for **class I tools** 0,75 mA;
- for **class II tools** 0,25 mA.

C.2 Measurement of a non-operating tool

*The tool is not operated and the test is made at **rated voltage** unless otherwise specified in the relevant clause of this standard, under the conditions defined in Clause C.1 and as follows:*

For single-phase tools and for three-phase tools, which are, according to the instructions for installation, suitable for single-phase supply:

S1 of Figure C.1 in the open position, for three-phase tools with the three sections connected in parallel. The selector switch shown in Figure C.1 may be in any of the positions 1 and 2.

For three-phase tools not suitable for single-phase supply:

a in Figure C.2 in the closed position, b and c in open position.

C.3 Measurement of an operating tool

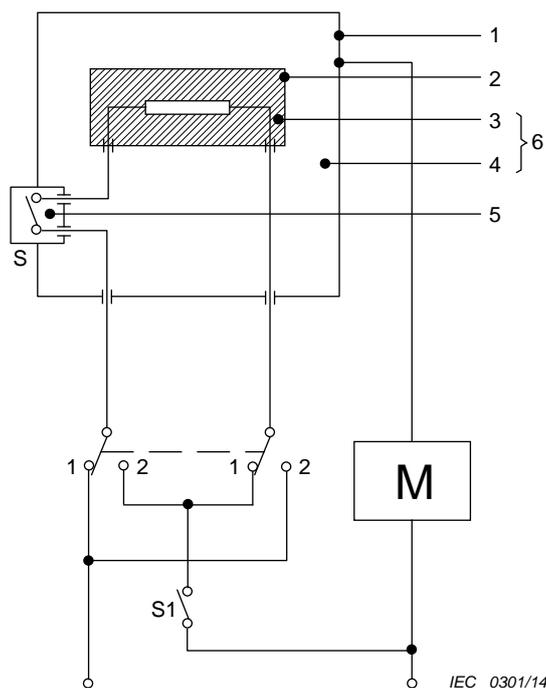
The tool is operated and the test is made at **rated voltage** unless otherwise specified in the relevant clause of this standard, under the conditions defined in Clause C.1 and is measured within 10 s when tested as follows:

For single-phase tools and for three-phase tools, which are, according to the instructions for installation, suitable for single-phase supply:

S1 of Figure C.1 in the closed position and with the selector switch shown in Figure C.1 in each of the positions 1 and 2, for three-phase tools with the three sections connected in parallel.

For three-phase tools not suitable for single-phase supply:

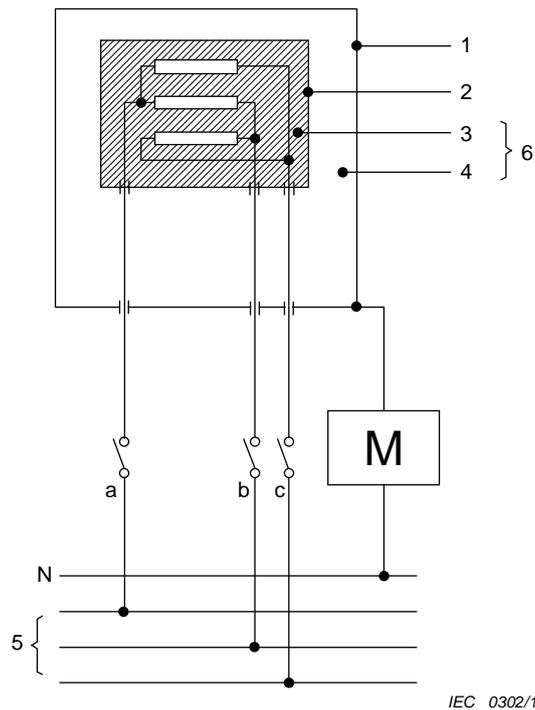
a, b and c in Figure C.2 in the closed position, repeated with each of the switches a, b, c open in turn, the other two switches being closed.



Key

- M circuit of Figure C.3 for the leakage current meter
- S **power switch** of the product under test
- 1 **accessible part**
- 2 **inaccessible metal part**
- 3 **basic insulation**
- 4 **supplementary insulation**
- 5 **reinforced insulation**
- 6 **double insulation**

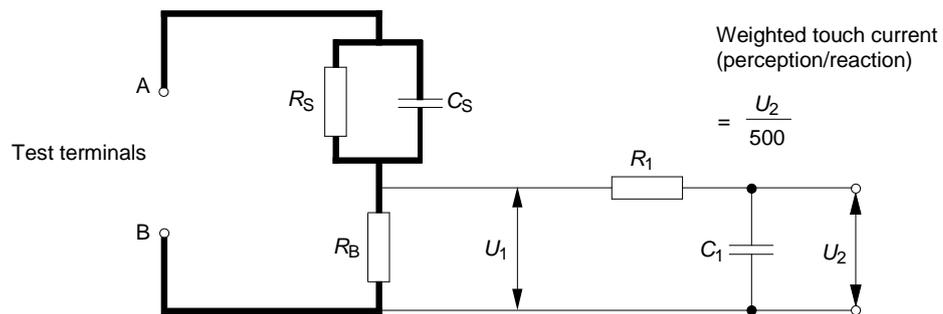
Figure C.1 – Diagram for leakage current measurement for single-phase connection and three-phase tools suitable for single-phase supply



Key

- M circuit of Figure C.3 for the leakage current meter
- 1 **accessible part**
- 2 inaccessible metal part
- 3 **basic insulation**
- 4 **supplementary insulation**
- 5 three-phase supply
- 6 **double insulation**

Figure C.2 – Diagram for leakage current measurement for three-phase connection



R_S	1 500 Ω	R_1	10 000 Ω
R_B	500 Ω	C_1	0,022 μF
C_S	0,22 μF		

Figure C.3 – Circuit of the leakage current meter

Annex D (normative)

Electric strength

D.1 General

Protective impedance is disconnected from **live parts** before carrying out the tests.

The tests are made on the tools not connected to the supply.

The electric strength is checked by the tests of Clause D.2.

For **class II construction** incorporating both **reinforced insulation** and **double insulation**, care is taken that the voltage applied to the **reinforced insulation** does not overstress the **basic insulation**, or the **supplementary insulation**.

Basic insulation and **supplementary insulation** may be tested separately or in combination. When tested in combination the test voltage shall be as specified for **reinforced insulation**. If either the basic or **supplementary insulation** is overstressed during the combination test, each insulation is tested separately. Insulation of components that cannot be tested in combination shall be tested separately.

For tools with heating elements incorporated, the test voltages specified in IEC 60335-1:2010 apply to the heating elements only and not to other parts of the tool.

For motors in accordance with Annex B, the insulation between **live parts** of the motor and its other metal parts is not subjected to this test.

For tools in accordance with Annex L, the test only applies when the tool is in the configuration where it is directly connected to the mains or to a non-isolated source. Care shall be taken that the premature failure of electronic devices does not prevent the application of the test voltage across insulation. If this is the case, electronic devices may be bypassed to enable the test to be conducted.

D.2 Electric strength test

The insulation is subjected for 1 min to a voltage of substantially sinusoidal waveform, having a frequency of 50 Hz or 60 Hz. The values of the test voltage in accordance with the type of insulation are shown in Table D.1.

Accessible parts of insulated material are covered with metal foil.

Table D.1 – Test voltages

Insulation	Test voltage V
Basic insulation	1 250
Supplementary insulation	2 500
Reinforced insulation	3 750

To distinguish between capacitor reactance current and unacceptable performance, a d.c. potential of 1,414 times the values specified for a.c. may be substituted.

Initially, not more than half the prescribed voltage is applied, then the voltage is gradually raised over a period of up to 5 s to the full value.

No flashover or breakdown shall occur during the test.

The high-voltage source shall be capable of maintaining the specified voltage up to a current of at least 25 mA. The tripping current to detect a breakdown shall not be higher than 20 mA.

Care is taken that the r.m.s. value of the test voltage applied is measured within ± 3 %.

Care is taken that the metal foil is so placed that no flashover occurs at its edges or the edges of the insulation.

When testing insulating coatings, the metal foil may be pressed against the insulation by means of a sandbag of such a size that the pressure is about 5 kPa (0,5 N/cm²). The test may be limited to places where the insulation is likely to be weak, for example where there are sharp metal edges under the insulation.

Annex E (informative)

Methods of applying ISO 13849-1 to power tools

NOTE In Europe (EN 62841-1), Annex E is not applicable.

E.1 General

ISO 13849-1 provides a simplified method for establishing the associated reliability of a safety critical control function in consideration of the risk of injury associated with its failure. The control function is assigned a Performance Level (PL) which then may be fulfilled with a control system that satisfies both structural requirements and minimum calculated failure rates expressed in **MTTF_d** (**Mean Time To Dangerous Failure**).

E.2 Risk assessment

The method of risk assessment used in ISO 13849-1 follows the same general approach as in ISO 12100, where primary consideration is given to the severity of the harm caused by the hazards and the frequency of encountering these hazards. The risk associated with that hazard is then subsequently reduced by consideration of the probability, P, for avoiding the hazard. In ISO 12100, this analysis is carried out using the original, unmitigated hazard followed by all the risk mitigation techniques used to determine the resulting residual risk of the tool with respect to the hazard (and phase of use) under consideration.

When assessing a **safety critical function (SCF)**, this process is not so clear: In this case, the **safety critical function** may be only one of many elements in the tool design intended to reduce the risk associated with a hazard. The goal then is to establish the change in residual risk associated with the failure of the **SCF** and to determine the remaining residual risk and whether it is still acceptable. This method, taken from ISO 12100, is not well suited to be used in this manner and additional considerations must be taken into account to yield meaningful results. Part of the issue is due to the fact that a binary tree is used to generate one of a discrete number of PLs and this sometimes fails to recognize small differences in risk. While this makes this method easy to use, it introduces some problems in analysis.

E.3 Residual risk analysis

In recognition of the hazards associated with power tools in general, IEC 62841 employs a number of risk mitigation techniques, built into the requirements of the standard, to reduce the risk to an acceptable level. These techniques are often intended to work together, as a system, to achieve the required risk reduction. An electronic control providing an **SCF** is often only one part of this system and its failure, therefore, does not leave the tool without other risk mitigation elements. To assess the effect of the loss of an electronic control function two things are considered:

First, the control function must fulfil a required safety element of the standard. The standard is presumed to have left the tool with an acceptable level of residual risk. Controls whose failure does not increase the risk beyond this already accepted level are not considered to be an **SCF** within this standard.

In addition, there must be a substantial impact on residual risk due to the failure of the **SCF**. To determine this, performance levels can be assessed both with and without the presence of the **SCF**, but with all other risk mitigation in place. It is possible that this will yield the same PL with or without the **SCF**.

If it is recognized that the **SCF** fulfils a required safety function, but the PL remains the same with or without its presence, then in these cases, a minimum level of PL = a is used.

While the method above yields meaningful results under conditions of **normal operation**, there are **SCF**'s that are relied on to protect the user under conditions of reasonably foreseeable misuse or other cases where the risk occurs only under a specific set of unlikely preconditions. An example of this is the case in systems to protect against restart after power interruption, since restart requires the tool to be locked on, plugged in and power interrupted and restored while the user is nearby.

In cases such as these, the unlikelihood associated with the event should dominate the analysis. The method used in ISO 13849-1, however, gives priority to the severity of the hazard (S, F, P) such that, for high severity cases, it would not be possible to assign a severity less than PL = c, because the frequency (F) is analysed second. TC116 concluded that in cases such as these the order of analysis should be reversed (F, S, P) allowing the frequency of exposure to have a higher influence over the outcome.

Performance levels have been assigned in this standard reflecting common cases TC116 has considered. There is a recognition that there may be **SCF**'s in the future not yet contemplated by this standard, and ISO 13849-1 along with this Annex may be used for guidance in setting the appropriate performance level.

E.4 Performance Levels

ISO 13849-1 provides methods for achieving the various performance levels. These solutions generally require certain structures such as dual channel, single channel and single channel with diagnostics. Single and dual channel refer to the functional redundancy of the control. Since the organization of 18.8 and 18.6 in the standard has dual channel designs evaluated before performance levels of other structures are even considered, most of the interest in ISO 13849-1 is focused on single channel designs. While ISO 13849-1 permits diagnostic monitoring of lower reliability single channel systems as an alternative to unmonitored high reliability single channel, there is the concern that these diagnostics are unlikely to be noticed by a power tool operator under use conditions. As a result, the standard generally prohibits these solutions as an alternative to higher reliability designs.

As a result, the single channel designs afforded by this method require increasingly higher **MTTF_d** as the PL increases due to increasing risk.

It may be possible that a case could exist where a diagnostic reflecting the unavailability of a **SCF** is present and recognizable well in advance of the operator being exposed to the increased risk. It could be appropriate in this case to consider a structure that provides a diagnostic as a means of achieving the required performance level.

Annex F (informative)

Rules for routine tests

F.1 General

The tests specified in this annex are intended to reveal, as far as safety is concerned, unacceptable variations in material or manufacture. These production tests do not impair the properties and the reliability of the tool, and should be made by the manufacturer on each tool.

In general, more tests, such as repetition of type tests and sampling tests, have to be made by the manufacturer to ensure that every tool conforms with the samples that withstood the tests of this specification, according to the experience gained by the manufacturer.

The manufacturer may use a test procedure which is better suited to his production arrangements and may make the tests at an appropriate stage during production provided it can be shown that tools which withstand the tests carried out by the manufacturer provide at least the same degree of safety as tools which withstand the tests specified in this annex.

F.2 Correct operation test

The safe operation shall be checked, for example, by electrical measurements, by verifying the functional devices, such as switches and manually-operated controls, and by verifying the direction of rotation of motors.

F.3 Electric strength test

The insulation of the tools shall be checked by the following test.

*A voltage of substantially sine-wave form, having a frequency of 50 Hz or 60 Hz and minimum the value shown in Table F.1, is immediately applied, for 3 s, or for 1 s with the voltage increased by 20 %, between **live parts** and:*

- a) *accessible metal parts which may become live in the event of an insulation fault or as a result of incorrect assembly;*
- b) *inaccessible metal parts.*

The tests of item a) are made on the assembled tool; the test of item b) is made on the tool, either completely assembled, or in the production line.

*The tests of item a) are made on all tools, the tests of item b) being only made on **class II tools**.*

The high-voltage source shall be capable of maintaining the specified voltage up to a current of at least 10 mA.

The overcurrent relay shall trip when the output current exceeds 5 mA.

Care shall be taken that the r.m.s. value of the test voltage applied is measured within $\pm 3\%$ and that the voltage measuring device or other indicator responds to the output voltage of the high-voltage source.

Attention is drawn to the fact that the test described cannot always be used if the tool incorporates d.c. components; in such cases, tests with d.c. may be necessary.

No flashover or breakdown current exceeding 5 mA shall occur during the tests.

Table F.1 – Test voltages for the electric strength test

Application of test voltage	Minimum test voltage V	
	Class II tools	Class I tools
Over basic insulation	1 000	1 000
Over double insulation or reinforced insulation	2 500	–

F.4 Earthing continuity test

For **class I tools**, a current of at least 10 A, derived from an a.c. source having a no-load voltage not exceeding 12 V, is passed between the earthing terminal or the earthing contact and, in turn, each of the accessible metal parts which need to be earthed for safety reasons.

The voltage drop between the earthing contact of the plug or the external end of an earth continuity conductor or of the appliance inlet and the accessible metal part is measured, and the resistance calculated from the current and this voltage drop.

In no case shall the resistance exceed 0,3 Ω . This value is applicable to **supply cord** lengths up to 5 m. In case of **supply cords** having a length exceeding 5 m it is increased by 0,12 Ω for any further length of 5 m.

Care shall be taken that the contact resistance between the tip of the measuring probe and the metal parts under test does not influence the test results.

Annex G

Void

Annex H (normative)

Determination of a low-power circuit

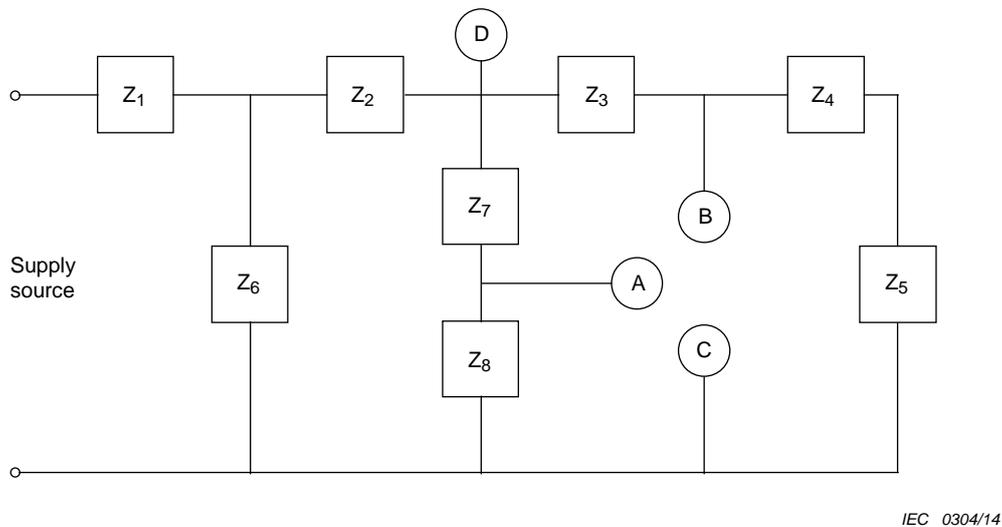
The determination if a circuit qualifies as a low-power circuit is as follows:

The tool is operated at **rated voltage**. A variable resistor, adjusted to its maximum resistance, is connected between the point to be investigated and the opposite pole of the supply source. The resistance is then decreased until the power consumed by the resistor reaches a maximum. Any point closest to the supply at which the maximum power delivered to this resistor does not exceed 15 W at the end of 5 s is called a low power point. The part of the circuit farther from the supply source than a low power point is considered to be a low-power circuit.

The measurements are made from only one pole of the supply source, preferably the one that gives the fewest low power points.

Circuit analysis may be used in lieu of testing to determine the highest power dissipation of circuits.

An example of a low-power circuit is shown in Figure H.1.



When determining the low power points, it is recommended to start with the points close to the supply source.

A and B are points closest to the supply source where the maximum power delivered to external load does not exceed 15 W. These are low-power points.

D is a point farthest from the supply source where the maximum power delivered to external load exceeds 15 W.

Points A and B are separately short-circuited to C.

Figure H.1 – Example of an electronic circuit with low-power points

Annex I (informative)

Measurement of noise and vibration emissions

NOTE In Europe (EN 62841-1), Annex I is normative.

I.1 Scope

The requirements of this annex apply, if the declaration of noise or vibration emissions is required by national laws or if the manufacturer wishes to declare such emissions.

I.2 Noise test code (grade 2)

NOTE In Europe (EN 62841-1), the following additional requirements apply:

Noise reduction

Noise reduction at tools is an integral part of the design process and shall be achieved by particularly applying measures at source to control noise, see for example EN ISO 11688-1. The success of the applied noise reduction measures is assessed on the basis of the actual noise emission values in relation to other machines of the same type with comparable non acoustical technical data.

The major sound sources of tools are: motor, fan, gear.

I.2.1 General

Noise emission values like the emission sound pressure level L_{pA} and the sound power level L_{WA} shall be measured according to the test procedure described in I.2.2 to I.2.6.

The noise emission may be determined by using the measurements from a machine which has design and technical specifications replicating the machine concerned.

The overall noise can be divided into the pure machine noise and the noise generated from the processed workpiece. Both are influenced by the method of operation; however for percussive tools the noise emission of the workpiece can be dominant. The load conditions for particular tools are therefore specified in the relevant part of IEC 62841-2, IEC 62841-3 or IEC 62841-4.

NOTE Noise emission values obtained under these measurement conditions will not necessarily be representative for the noise produced under all possible operational conditions of practical use.

I.2.2 Sound power level determination

I.2.2.1 General

The sound power level shall be measured according to ISO 3744, where the acoustic environment, instrumentation, quantities to be measured, quantities to be determined, and the measurement procedure are specified.

The sound power level shall be given as A-weighted sound power level in dB reference 1 pW. The A-weighted sound pressure levels, from which the sound power is to be determined, shall be measured directly, and not calculated from frequency band data. Measurements shall be made in an essentially free field over a reflecting plane.

I.2.2.2 Hand-held power tools

For all **hand-held tools**, the sound power level shall be determined by using a hemispherical / cylindrical measurement surface according to Figure I.2.

The hemispherical / cylindrical measurement surface is described by a hemisphere standing on a cylindrical pedestal (see Figure I.2). Five microphone positions shall be located 1 m from the geometric centre of the power tool. Four positions shall be spaced at regular intervals on a plane defined as passing through the geometric centre of the power tool and parallel to the reflecting plane; the fifth position shall be located at a distance of 1 m above the geometric centre of the power tool.

The A-weighted sound power level, L_{WA} , shall be calculated, in accordance with of ISO 3744 as follows:

$$L_{WA} = \overline{L_{pA,1m}} + 10 \lg \left(\frac{S}{S_0} \right), \text{ in dB} \quad (\text{I.1})$$

with $\overline{L_{pA,1m}}$ determined from

$$\overline{L_{pA,1m}} = 10 \lg \left[\frac{1}{5} \sum_{i=1}^5 10^{0,1L'_{pA,i}} \right] - K_{1A} - K_{2A}$$

where

- $\overline{L_{pA,1m}}$ is the A-weighted time-averaged 1 meter surface sound pressure level according to ISO 3744;
- $L'_{pA,i}$ is the A-weighted sound pressure level measured at the i^{th} microphone position, in dB;
- K_{1A} is the background noise correction, A-weighted;
- K_{2A} is the environmental correction, A-weighted;
- S is the area of the measurement surface of Figure I.2, in m^2 ;
- $S_0 = 1 \text{ m}^2$.

For the hemispherical / cylindrical measurement surface shown in Figure I.2, the area S of the measurement surface is calculated as follows:

$$S = 2\pi(R^2 + Rd), \text{ in } \text{m}^2.$$

Where $d = 1 \text{ m}$ is the height of the distance of the geometrical centre of the power tool above the reflecting plane and $R = 1 \text{ m}$ is the radius of the hemisphere and of the cylinder which comprise the measurement surface.

Therefore,

$$S = 4\pi \text{ m}^2,$$

so, from equation (I.1)

$$L_{WA} = \overline{L_{pA,1m}} + 11, \text{ in dB.}$$

I.2.2.3 Transportable power tools

For all **transportable tools**, the sound power level shall be determined by using a cubic measurement surface according to Figure I.3.

Five microphone positions shall be located in the centre of each lateral surface and the top surface of the measurement cubic surface which envelops the source.

The A-weighted sound power level, L_{WA} , shall be calculated, in accordance with ISO 3744 as follows:

$$L_{WA} = \overline{L_{pA,1m}} + 10 \lg \left(\frac{S}{S_0} \right), \text{ in dB} \quad (I.2)$$

with $\overline{L_{pA,1m}}$ determined from

$$\overline{L_{pA,1m}} = 10 \lg \left[\frac{1}{5} \sum_{i=1}^5 10^{0,1L'_{pA,i}} \right] - K_{1A} - K_{2A}$$

where

- $\overline{L_{pA,1m}}$ is the A-weighted time-averaged 1 meter surface sound pressure level according to ISO 3744;
- $L'_{pA,i}$ is the A-weighted sound pressure level measured at the i^{th} microphone position, in dB;
- K_{1A} is the background noise correction, A-weighted;
- K_{2A} is the environmental correction, A-weighted;
- S is the area of the measurement surface of Figure I.3, in m^2 ;
- $S_0 = 1 \text{ m}^2$.

For the measurement surface shown in Figure I.3, the area S is calculated as follows:

$$S = 5 \times (2\text{m} \times 2\text{m}) = 20 \text{ m}^2.$$

Therefore, from equation (I.2)

$$L_{WA} = \overline{L_{pA,1m}} + 13, \text{ in dB.}$$

I.2.2.4 Lawn and garden machinery

The sound power level of **lawn and garden machinery** shall be determined as specified in the relevant part of IEC 62841-4.

I.2.3 Emission sound pressure level determination

I.2.3.1 Hand-held tools

The A-weighted emission sound pressure level at the work station, L_{pA} , shall be determined in accordance with ISO 11203 as follows:

$$L_{pA} = L_{WA} - Q, \text{ in dB}$$

where $Q = 11$, in dB.

NOTE 1 This value of Q has been determined, during experimental investigations, to be applicable to **hand-held power tools**. The resulting A-weighted emission sound pressure level at the workstation is equivalent to the value of the surface sound pressure level at a distance of 1 m from the power tool. This distance has been chosen to give

satisfactory reproducibility of results, and to permit comparison of the acoustic performance of different **hand-held power tools** which do not, in general, have uniquely defined work stations. Under free field conditions, where it may be required to estimate the emission sound pressure level, $L_{pA,r1}$, at a distance r_1 in m from the geometric centre of the power tool, this can be done by applying the formula:

$$L_{pA,r1} = L_{pA} + 20 \lg\left(\frac{1}{r_1}\right), \text{ in dB}$$

NOTE 2 At any given position in relation to a particular machine, and for given mounting and operating conditions, the emission sound pressure levels determined by the method of this standard will in general be lower than the directly measured sound pressure levels for the same machine in the typical workroom where it is used. This is due to the influence of sound reflecting surfaces in the workroom compared to the free field conditions of the test specified here. A method of calculating the sound pressure levels in the vicinity of a machine operating alone in a workroom is given in ISO/TR 11690-3. Commonly observed differences are 1 dB to 5 dB, but in extreme cases the difference might be even greater.

If required, the C-weighted peak emission sound pressure level L_{pCpeak} shall be measured at each of the five measurement positions specified in I.2.2. The C-weighted peak emission sound pressure level at the work station is the highest C-weighted peak sound pressure level measured at any of the five microphone positions; no corrections are permitted.

I.2.3.2 Transportable tools

The A-weighted emission sound pressure level at the work station, L_{pA} , shall be determined according to ISO 11201, grade 2. It shall be determined under the same operating conditions as for the determination of the sound power level.

For tools measured under load and run by an operator, the microphone shall be located $(0,2 \pm 0,02)$ m to the side of the centre plane of the operator's head, on a line with the eyes, with its axis parallel to the operator's line of view, and on the side where the higher value of the A-weighted sound pressure level is observed.

For tools measured under no-load and without the operator being present, the microphone shall be located at a reference point on the ground plane on which the operator normally stands. If not specified in the relevant part of IEC 62841-3, this reference point shall be located 1 m from the centre of the tool on the side where the operator normally stands. The microphone shall be located directly above the reference point at a height in the range of $(1,55 \pm 0,075)$ m.

If required, the C-weighted peak emission sound pressure level L_{pCpeak} shall be measured at the same operator's position as the A-weighted sound pressure level L_{pA} .

I.2.3.3 Lawn and garden machinery

The emission sound pressure level of **lawn and garden machinery** shall be determined as specified in the relevant part of IEC 62841-4.

I.2.4 Installation and mounting conditions of the power tools during noise tests

The installation and mounting conditions shall be the same for the determination of both sound power level and emission sound pressure level at the work station.

The power tool under test shall be new and equipped with **accessories** which affect the acoustic properties, as recommended by the manufacturer. Prior to commencing testing, the power tool (including any required ancillary equipment) shall be set up in a stable condition in accordance with the manufacturer's instructions for safe use.

A **hand-held tool** is held by the operator or suspended in such a way as to correspond to **normal use**, as specified in the relevant part of IEC 62841-2. If the **hand-held tool** is used horizontally, it shall be positioned so that its axis is at 45° between the microphone positions 1 and 4 and 2 and 3 (see Figure I.2); its geometrical centre shall be 1 m above the ground

(reflecting plane). If these requirements are impracticable or the tool is not used horizontally, the adopted positions shall be recorded and described in the test report.

A **transportable tool** shall be so positioned, either placed on the test bench of Figure I.1 or mounted on the accompanying support, that its centre of gravity is located below the top microphone position 5. The tool shall be so oriented that its front edge is parallel to one of the horizontal side edges of the measurement cube of Figure I.3.

Lawn and garden machinery shall be used and positioned as specified in the relevant part of IEC 62841-4.

The operator shall not be positioned directly between any microphone position and the power tool.

I.2.5 Operating conditions

The operating conditions shall be identical for the determination of both sound power level and emission sound pressure level at the work station.

Measurements shall be carried out on a new tool.

Tools are tested under the two operating conditions “no-load” or “load” as appropriate for the type of tool and specified in the relevant part of IEC 62841-2, IEC 62841-3 or IEC 62841-4. Before starting the test, the tool shall be operated under these conditions for a period of at least 1 min.

A measurement under “load” is to be carried out during processing of a workpiece or under external mechanical load equivalent to **normal operation**.

Where tests are required to be carried out on a bench it shall be in accordance with the test bench shown in Figure I.1.

Care shall be taken that the location of the workpiece on its support does not adversely affect the result of the test. If necessary, or when specified in the part of IEC 62841-2, IEC 62841-3 or IEC 62841-4, the workpiece shall be supported on a resilient material (20 ± 1) mm thick compressed to (10 ± 1) mm under the weight of the workpiece.

Three consecutive tests for no-load or five for load shall be carried out and the result of the test L_{WA} shall be the arithmetic mean, rounded to the nearest decibel, of the three or five tests.

During measurements, the power tool shall operate under stable conditions. Once the noise emission is steady, the measurement time interval shall be at least 15 s, unless the operating conditions specified in the relevant part of IEC 62841-2, IEC 62841-3 or IEC 62841-4 require another time interval. If measurements are to be made in octave or one-third octave frequency bands, the minimum period of observation shall be 30 s for the frequency bands centred on or below 160 Hz, and 15 s for the frequency bands centred on or above 200 Hz.

I.2.6 Measurement uncertainties

The total measurement uncertainty of the noise emission values determined according to this standard is depending on the standard deviation σ_{R0} given by the applied noise emission measurement method and the uncertainty associated with the instability of the operating and mounting conditions σ_{omc} . The resulting total uncertainty is then calculated from

$$\sigma_{tot} = \sqrt{\sigma_{R0}^2 + \sigma_{omc}^2}$$

The upper bound value of σ_{R0} is about 1,5 dB for the grade 2 measurement methods applied in this noise test code in order to determine the emission sound pressure level or the sound power level.

NOTE 1 σ_{tot} is referred to as σ_R in ISO 4871:1996.

NOTE 2 In ISO 4871:1996, the expanded measurement uncertainty U , in decibels, is calculated from $U = k \sigma_{tot}$, with k being the coverage factor.

It depends on the degree of confidence that is desired. For the purpose of comparing the result with a limit value, it is appropriate to apply the coverage factor for a one-sided normal distribution. In that case, the coverage factor $k = 1,6$ corresponds to a 95 % confidence level. Further information is given in ISO 4871:1996. Please note that the expanded measurement uncertainty U is referred to as K in ISO 4871:1996.

NOTE 3 For machines with a rather constant noise emission, a value of 0,5 dB for σ_{omc} can apply. In other cases, e.g. a large influence of the material flow into and out of the machine or material flow that varies in an unpredictable manner, it is possible that a value of 2 dB is more appropriate. Methods to determine σ_{omc} are described in the basic measurement standards. Further guidance for determining the uncertainty K of both noise emission values is given in ISO 4871:1996.

1.2.7 Information to be recorded

The information to be recorded covers all of the technical requirements of this noise test code. Any deviations from this noise test code or from the basic standards upon which it is based are to be recorded together with the technical justification for such deviations.

1.2.8 Information to be reported

The information to be included in the test report is at least that which is required to prepare a noise emission declaration or to verify the declared values. Thus as a minimum the following information shall be included:

- reference to this noise test code and to the basic standards used;
- description of the power tool;
- description of the mounting and operating conditions;
- the noise emission values obtained.

It shall be confirmed that all requirements of the noise test code have been fulfilled, or, if this is not the case, any unfulfilled requirements shall be identified. Deviations from the requirements shall be stated and technical justification for the deviations shall be given.

1.2.9 Declaration and verification of noise emission values

The declaration of the noise emission values shall be a dual number according to ISO 4871:1996. It shall declare the noise emission value L (L_{pA} and L_{WA}) and the respective uncertainty K (K_{pA} and K_{WA}). If required, the C-weighted emission peak sound pressure level L_{pCpeak} shall be given.

For a standard deviation of reproducibility of the method σ_{R0} of 1,5 dB and for a typical standard deviation of production, the values for the uncertainties, K_{pA} and K_{WA} respectively, are expected to be 3 dB.

The noise declaration shall state that the noise emission values have been obtained according to this noise test code. If this statement is not true, the noise declaration shall indicate clearly what the deviations from this standard, and from the basic standards, are.

NOTE If the measured value is the average based on a sample of three power tools that has been properly sampled, then K normally is 3 dB. Further guidance on sampling and uncertainty terms is given in ISO 7574-4 and ISO 4871:1996.

Additional noise emission quantities may also be given in the declaration.

If undertaken, the verification shall be performed for a batch of power tools, in accordance with 6.3 of ISO 4871:1996. The verification shall be conducted by using the same mounting, installation and operating conditions as those used for the initial determination of noise emission values.

I.3 Vibration

NOTE In Europe (EN 62841-1), the following additional requirements apply:

Vibration reduction

The vibration at the handles shall be kept as low as possible without unduly affecting the performance and the ergonomics (weight, handling, etc.) of the tool.

In particular vibration shall be reduced by the application of engineering measures as given in CR 1030-1. The success of the applied vibration measures is assessed by comparing the vibration levels for the tool with those for other tools of the same type and with a comparable specification and performance.

I.3.1 Vibration measurement – General

Details for particular types of tools are given in the relevant part of IEC 62841-2, IEC 62841-3 or IEC 62841-4. The test code gives all the information necessary to carry out efficiently the determination, declaration and verification of the vibration emission characteristics. It shall allow comparison of test results for different tools.

The vibration total value may be determined by using the measurements from a machine which has design and technical specifications replicating the machine concerned.

EN 12096 gives guidance on how to declare the vibration total values of machinery, and specifies requirements for verification of declared values.

The vibration levels for hand-arm vibration a_h to be quoted in the user instructions shall be measured in accordance with the following test procedure.

The uncertainty K is provided as an indication of the measured deviation from the mean during the test.

The measurement and assessment of human exposure to hand-transmitted vibration in the workplace is given in ISO 5349-1 and ISO 5349-2.

NOTE The following does not constitute an exhaustive list of possible sources of errors of measurement, but can be considered as a guide to avoid the main errors in measurement:

- a) unsuitable mounting or fastening of transducers;
- b) inadequate fastening of cables;
- c) lack or misadjustment of band-pass filter;
- d) not nulling output of amplifiers after mounting of transducers;
- e) misalignment of directions of transducers or inappropriate or varying position of the transducers;
- f) inappropriate signal conditioning (band-pass, signal-to-noise ratio, overload, etc.);
- g) too short duration of measurement;
- h) lack of calibration before and after measurement;
- i) inappropriate definition of operational conditions;
- j) inexperienced operators using inappropriate grip forces;
- k) unstable operating conditions, such as fluctuating feed forces and varying motor speed.

Further practical advice on measurement errors is given in ISO 5349-2.

I.3.2 Symbols

In Clause I.3, the following symbols are used:

$a_{hw}(t)$	instantaneous single-axis acceleration value of the frequency-weighted hand-transmitted vibration at time t , in m/s^2
a_{hw}	root-mean-square (r.m.s.) single-axis acceleration value of the frequency-weighted hand-transmitted vibration, in m/s^2
a_{hwx} , a_{hwy} , a_{hwz}	values of a_{hw} in m/s^2 , for the axes denoted X, Y and Z respectively
a_{hv}	vibration total value of frequency-weighted r.m.s. acceleration, in m/s^2 ; it is the root-sum-of-squares of the a_{hw} values for the three measured axes of vibration
a_h	arithmetic mean total vibration value of the measurement results of all runs and operators in m/s^2 , this is the result of the test
σ_R	standard deviation of reproducibility
K	uncertainty of a_h in m/s^2
C_V	coefficient of variation of a test series, defined as the ratio of the standard deviation of a series of measurement values and the mean value of the series:

$$C_V = \frac{S_{N-1}}{\bar{a}_{hv}}$$

where

$$S_{N-1} = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (a_{hvi} - \bar{a}_{hv})^2} \quad \text{is the standard deviation;}$$

\bar{a}_{hv} is the mean vibration total value of the series of 5 measurements in m/s^2 ;

a_{hvi} is the i -th vibration total value of one series of measurements in m/s^2 ;

N is the number of measured values within one series of measurements (here $N = 5$).

I.3.3 Characterisation of vibration

I.3.3.1 Direction of measurement

Vibration transmitted to the hand is related to the three orthogonal directions X, Y and Z as shown in Figure I.4. For particular types of tools, these directions may be defined in the relevant part of IEC 62841-2, IEC 62841-3 or IEC 62841-4.

I.3.3.2 Location of measurement

Measurements shall be made in three directions at each hand position. All measurements shall be conducted simultaneously.

Measurements shall be carried out as close as possible to the hand between the thumb and the index finger, where an operator normally holds the machine.

If gripping areas are covered by soft surface material, precaution shall be taken to avoid resonance effects of the transducer mounting. If soft surface material is provided in the gripping area it shall be removed or strongly compressed by a transducer mounting clamp or suitable adaptor.

The measurement positions for particular types of tools are specified in the relevant part of IEC 62841-2, IEC 62841-3 or IEC 62841-4.

When machines are operated with more than one grip or grasping surface, the vibration at the hand positions where an operator normally holds the tool during **normal operation** shall be measured and recorded. If it can be shown that the vibration magnitude at one grip is always dominant, the vibration test code may specify that measurements are made only at that gripping zone.

I.3.3.3 Magnitude of vibration

The quantity used to describe the magnitude of vibration shall be the frequency-weighted acceleration a_{hw} in m/s^2 .

Frequency weighting in accordance with ISO 5349-1 shall be used.

The r.m.s. value a_{hw} in accordance with this standard is defined as the r.m.s. value of the frequency-weighted acceleration signal $a_{hw}(t)$:

$$a_{hw} = \left[\frac{1}{T} \int_0^T a_{hw}^2(t) dt \right]^{1/2}$$

An integrating device equipped with linear integration facilities shall be used in order to obtain r.m.s. values of signals substantially varying with time.

The measurement time shall be as long as reasonably possible and normally not less than 8 s for hand-transmitted vibration measurements.

If the measurement time of 8 s for individual machines is not possible, e.g. because of short duration of operation (defined in I.3.5.3), this shall be specified in the relevant part of IEC 62841-2, IEC 62841-3 or IEC 62841-4.

I.3.3.4 Combination of vibration directions

The vibration total value a_{hv} is determined from

$$a_{hv} = \left[a_{hwx}^2 + a_{hwy}^2 + a_{hwz}^2 \right]^{1/2} \quad (I.3)$$

where

a_{hwx} , a_{hwy} , a_{hwz} are the r.m.s. values of the frequency-weighted acceleration in the directions X, Y and Z, respectively.

I.3.4 Instrumentation requirements

I.3.4.1 General

The vibration measurement equipment shall be in accordance with ISO 8041.

Instrumentation for measuring other parameters (e.g. for controlling the working conditions), whose characteristics are not covered by ISO 8041, shall be specified in the relevant part of IEC 62841-2, IEC 62841-3 or IEC 62841-4.

I.3.4.2 Transducers

I.3.4.2.1 Specification of transducers

The vibration values as specified in I.3.3.3 shall be measured using transducers and other appropriate measurement equipment conforming to ISO 8041.

The total mass of the vibration transducer and its mounting shall not be sufficient to influence the measurement result and shall not be more than 5 g for each direction of measurement.

NOTE Lightweight plastic handles are an example, where heavy transducers may not be suitable. See ISO 5349-2 for further information.

Factors such as the transverse sensitivity (less than 10 %), the ambient temperature range, the typical temperature transient sensitivity and the maximum shock acceleration shall be considered in the selection of transducers.

I.3.4.2.2 Fastening of transducers

Guidance on mounting of transducers is given in ISO 5349-2. The transducer and the mechanical filter, if used, shall be mounted rigidly and on the vibrating surface.

Mechanical filters or other appropriate means may be needed to minimize measurement errors likely to occur when measuring vibration containing impulsive elements, such as occur in percussive tools. For more details, see ISO 5349-2.

NOTE High acceleration in the high-frequency components of the vibration can cause the transducer to generate false signals (e.g. dc shift) in the frequency range of interest because of excitation of the resonance of the transducer itself.

I.3.4.3 Calibration of the measurement chain

The whole measurement system shall be checked both before and after a sequence of measurements using a calibrator which produces a known acceleration at a known frequency.

The transducers shall be calibrated in accordance with ISO 5347 and ISO 16063-1. The whole measurement system shall be checked according to the requirements in ISO 8041.

I.3.5 Testing and operating conditions of the tool

I.3.5.1 General

Measurements shall be carried out on a new tool that is only used for the noise and vibration tests required by this standard.

For mains operated tools: The average voltage during the test shall not deviate from the **rated voltage** or the mean value of the **rated voltage range** by more than ± 1 %.

For battery-operated tools: Each operator shall start his series of tests with a fully charged battery.

When the test procedure is not provided in a relevant part of IEC 62841-2, IEC 62841-3 or IEC 62841-4 or there is no relevant part of IEC 62841-2, IEC 62841-3 or IEC 62841-4, the operating conditions and working procedure shall be specified in sufficient detail as to achieve appropriate reproducibility. Test procedures based on a typical real working situation are preferred. The vibration test may simulate a single phase of a task or a working cycle, consisting of a set of operations where the operator is being exposed to vibration.

If for reasons of better reproducibility a simulated work condition is defined, the vibration source shall produce approximately the same magnitude of vibration as that in a typical

working situation. If necessary to provide realistic emission levels, tests shall be carried out under more than one operating condition or set of operating conditions as defined in the relevant part of IEC 62841-2, IEC 62841-3 or IEC 62841-4.

If the tool is equipped with means or devices to reduce the vibration emission in comparable operating conditions, these shall be used, in accordance with the user instructions, during vibration testing. If this requires a deviation from the type test method, this shall be reported and explained in the test report.

During the measurements the hands of the operator shall guide the machine as is necessary by the design of the tool and as specified in the instructions supplied with the machine.

I.3.5.2 Attachment, workpiece and task

The **attachment** or **accessories** to be used with the machine shall be as recommended in the user instruction.

If these **attachments** are of a vibration reduction type, it shall be reported together with the declared vibration value.

Care shall be taken that the location of the workpiece on its support does not affect the results of the test. Details for task and workpiece are given in the relevant part of IEC 62841-2, IEC 62841-3 or IEC 62841-4.

NOTE Even small differences in size, shape, material, wear, unbalance, etc. of the **accessory** can alter the vibration magnitude considerably.

I.3.5.3 Operating conditions

Tools are tested under load only, unless the operating condition no-load is considered as important in practical use (no-load accounts for more than 20 % of the time when tool is switched on). In this case the tool shall be tested under both load and no-load condition, or at a typical work cycle containing load and no-load. The relevant part of IEC 62841-2, IEC 62841-3 or IEC 62841-4 describes the modes of operation and the calculation of the declared emission value.

The machine shall be operated at normal working conditions and working modes according to the user instructions, which shall be maintained for the duration of the test. Those operating conditions shall be used that are representative of the highest vibration values likely to occur at typical and **normal use** of the machine under test. The measurement may be carried out by processing a workpiece or under external mechanical load equivalent to **normal operation**.

Before starting the test, the tool shall be operated under these conditions of at least 1 min to warm it up.

I.3.5.4 Operator

The vibration of the machine is influenced by the operator. The operator shall therefore be skilled and able to operate the machine properly, i.e. he shall be experienced in the use of the tool.

The gripping force shall be as under long term working conditions and not be excessive.

I.3.6 Measurement procedure and validity

I.3.6.1 Reported vibration values

Three series of five consecutive tests shall be carried out using a different operator for each series. If it can be shown that the vibration is not affected by operator characteristics, it is

acceptable to perform all 15 measurements with one operator only. Details are specified in the relevant part of IEC 62841-2, IEC 62841-3 or IEC 62841-4.

The measurements are made in three axes and the results of each direction shall be combined using equation (I.3) to obtain the vibration total value a_{hV} .

If the coefficient of variation C_V of the five vibration total values a_{hV} , recorded for each series, is less than 0,15 or the standard deviation s_{N-1} is less than 0,3 m/s², the results are accepted (the note in I.3.1 provides information on possible sources of errors of measurement).

The measurement result a_h shall be determined as the arithmetic mean of vibration total values over the tests and operators.

I.3.6.2 Declaration of the vibration total value

The result a_h is the basis for the declared value. If values have been obtained for different hand positions, the greatest value shall be the basis for the declaration.

If required by the relevant part of IEC 62841-2, IEC 62841-3 or IEC 62841-4, the work mode description corresponding to the vibration emission shall be stated next to each declared value.

To determine the uncertainty K of the declared value according to EN 12096, the following formula shall be used that takes the standard deviation into account:

$K = 1,65 s_R$ or $K = 1,5 \text{ m/s}^2$, whatever is higher

$$s_R = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (a_{hvi} - a_h)^2}$$

with

s_R = standard deviation (considered equal to σ_R);

n = 3 (number of operators);

a_{hvi} = average vibration total value of each operator (= result for each operator);

a_h = average vibration total value of all measurements (= test result).

The vibration value(s) a_h shall be declared as follows:

Vibration total values (triaxial vector sum) determined according to [number of this standard]:

Work mode description 1 (if required by the relevant part of IEC 62841-2, IEC 62841-3 or IEC 62841-4)	Vibration emission value $a_h = \dots \text{ m/s}^2$ Uncertainty $K = \dots \text{ m/s}^2$
---	---

Work mode description 2 (if required by the relevant part of IEC 62841-2, IEC 62841-3 or IEC 62841-4)	Vibration emission value $a_h = \dots \text{ m/s}^2$ Uncertainty $K = \dots \text{ m/s}^2$
---	---

I.3.7 Measurement report

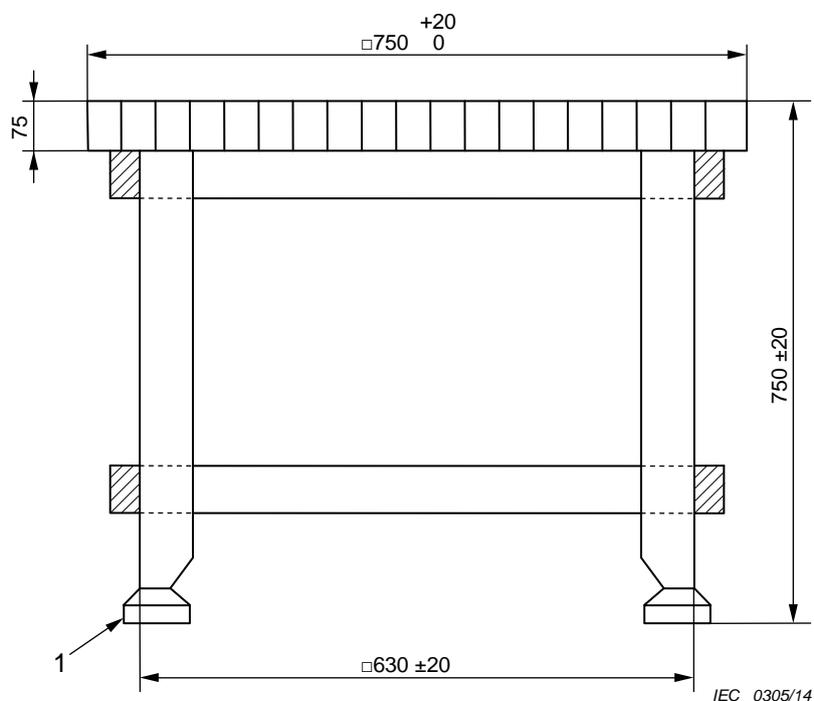
The report shall, as a minimum, include the following information:

- reference to this standard including any relevant part of IEC 62841-2, IEC 62841-3 or IEC 62841-4;
- specification of the machine tested (i.e. manufacturer, type and serial number of the machine, etc.);
- attachments or accessories;**

- d) operating and testing conditions (voltage, current, feed force, speed setting, duration and number of test runs, etc.);
- e) measuring institution (e.g. laboratory, manufacturer);
- f) date of measurement and name of the person responsible for the test;
- g) instrumentation (transducer mass, filters, integrators, recording system, etc.);
- h) position and fastening of transducers, measuring directions and individual vibration values when relevant (e.g. recorded by photos);
- i) the arithmetic mean total vibration a_h , for each operator the total vibration value a_{hv} and the three single axis weighted acceleration values a_{hw} . It is good practice to report all the measured values (i.e. for all axes of vibration, tests and operators);
- j) the uncertainty K of the vibration total value a_h .

Any deviations from the vibration test code in this standard shall be reported together with the technical justification for such deviations.

Dimensions in millimetres



Key

1 rubber isolating feet

Material: pine wood 75 × 40 planed, glued and doweled

Figure I.1 – Test bench

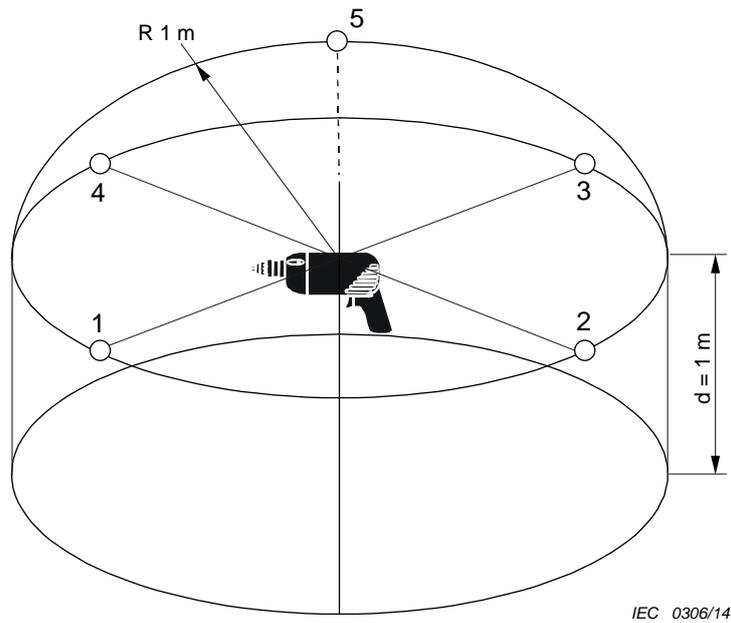


Figure I.2 – Positions of a hand-held power tool and microphones for the hemispherical / cylindrical measurement surface

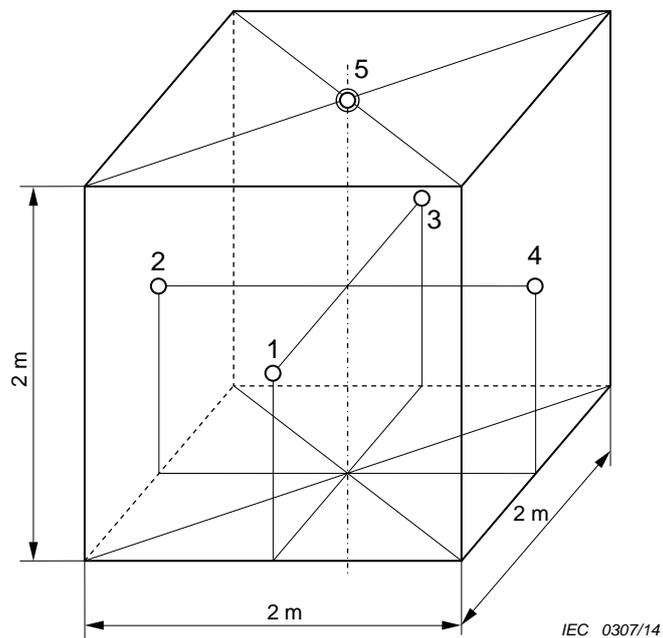
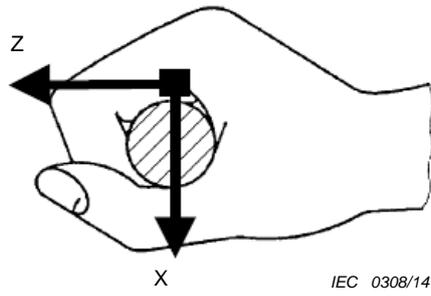
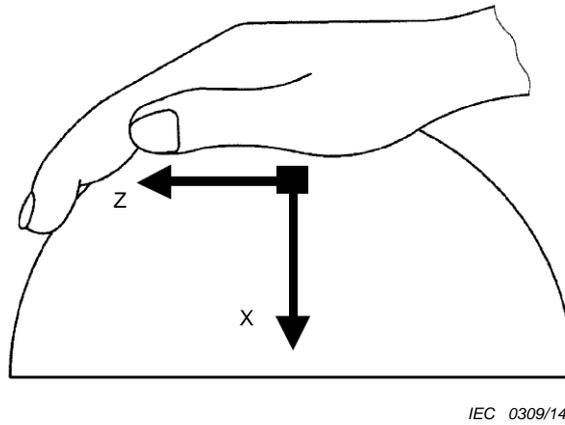


Figure I.3 – Microphone positions on a cubic measurement surface



a) Hand grip position – Hand grips around a cylindrical handle



b) Flat palm position – Hand presses down onto a spherical hand grip

Figure I.4 – Directions of vibration measurement

Annex J

Void

Annex K (normative)

Battery tools and battery packs

K.1 Scope

This annex applies to rechargeable **battery**-powered motor-operated or magnetically driven

- **hand-held tools** (IEC 62841-2);
- **transportable tools** (IEC 62841-3);
- **lawn and garden machinery** (IEC 62841-4);

and the **battery** packs for such tools or machinery. The above listed categories are hereinafter referred to as “tools” or “machines”.

The maximum **rated voltage** for tools and **battery** packs is 75 V d.c.

Battery tools covered by this annex are not considered to be **class I tools**, **class II tools**, or **class III tools** and therefore are not required to have basic, **supplementary insulation** or **reinforced insulation**. Electric shock hazard is considered to exist only between parts of opposite polarity.

Battery packs for tools covered under this annex intended to be charged by a non-isolated **charger** shall be evaluated by this annex and standard. When evaluating a **battery** pack for protection against electric shock, **creepage distances**, **clearances** and distances through insulation, the **battery** pack shall be fitted to the intended **charger**.

Since **battery** packs for power tools are submitted to different use patterns (such as rough use, high charging and discharging currents) their safety can be evaluated only by this annex and not by using other standards for **battery** packs, such as IEC 62133, unless otherwise indicated in this annex. All relevant requirements of IEC 62133 are addressed in this annex.

When evaluating the risk of **fire** associated with **detachable battery packs**, consideration has been given to the fact that these **battery** packs are unattended energy sources and have been evaluated as such in this standard. Requirements in other standards regarding the risk of **fire** due to the charging of these **detachable battery packs** are therefore considered to be fulfilled.

This annex also addresses requirements covering the use of lithium-ion **cells** employed in **battery systems** in tools. The following is considered within the context of these requirements:

- These requirements address the risk of **fire** or **explosion** of these **batteries** and not any possible hazards associated with toxicity nor potential hazards associated with transportation or disposal.

NOTE 1 IEC 62281 covers the safety aspects of lithium-ion batteries during transport.

- **Battery systems** covered by these requirements are not intended to be serviced by the end user.
- These requirements are intended to provide comprehensive evaluation of a **battery** only if used in products covered by this standard.
- These requirements address the safety of lithium-ion **battery systems** during storage and use including discharge and charge. These requirements are only considered to be supplementary requirements in regards to battery **charger** fire and electric shock.

- These requirements refer to and require parameters supplied in reference to the **cells** that establish conditions for safe use of those **cells**. Those parameters form the basis of acceptance criteria for a number of tests contained herein. This standard does not independently evaluate the safety of **cells**. These parameters, taken as a set, constitute the “**Specified Operating Region**” for a **cell**. There may be several sets of **specified operating region(s)**.

This annex is not intended to apply to tools using **general purpose batteries** installed by the user and this annex alone will not be sufficient to ensure all hazards are considered for these products.

This annex does not apply to the safety of battery **chargers** themselves. However, this annex covers the safe functioning of lithium-ion **battery systems**.

NOTE 2 IEC 60335-2-29 covers a variety of **chargers**.

All clauses of this standard apply unless otherwise specified in this annex. If a clause is stated in the annex, the requirements replace the requirements of the main body of the standard unless otherwise specified.

K.3 Terms and definitions

This clause is applicable except as follows:

For the purpose of this annex, the following additional definitions apply.

K.3.201

battery system

combination of a lithium-ion **battery**, the **charging system**, the tool and the interfaces between them as existing during operation of the tool or during charging

K.3.202

cell

basic functional electrochemical unit containing an assembly of electrodes, electrolyte, container, terminals, and usually separators, that is a source of electrical energy by direct conversion of chemical energy

K.3.203

charger

part or all of the **charging system** contained in a separate enclosure. As a minimum, the **charger** includes some of the power conversion circuitry. Not all **charging systems** include a separate **charger** as in the case where a tool may be charged utilizing a mains **supply cord** or may incorporate a plug for attachment to a mains receptacle

K.3.204

charging system

combination of circuitry intended to charge, balance and/or maintain the state of charge of the **battery**

K.3.205

C₅ rate

current, in amperes, that a **cell** or **battery** can be discharged at for 5 h to the voltage cut-off point specified by the **cell** manufacturer

K.3.206**detachable battery pack**

battery which is contained in a separate enclosure from the battery tool and is intended to be removed from the tool for charging purposes

K.3.207**fire**

emission of flames from a **battery**

K.3.208**fully charged (battery/cell)**

cell or **battery** charged to the maximum state of charge permitted by the **battery charging system** intended for use with the tool

K.3.209**fully discharged (battery/cell)**

battery or **cell** that has been discharged at **C₅ rate** until one of the following conditions occurs: discharge terminates due to protective circuitry or the **battery** (or **cell**) reaches a total voltage with an average voltage per cell equal to the end-of-discharge voltage for the cell chemistry being used unless a different end-of-discharge voltage is specified by the manufacturer

Note 1 to entry: The end-of-discharge voltages for common cell chemistries are provided in K.5.210.

K.3.210**general purpose (batteries/cells)**

batteries and **cells** available from a variety of manufacturers, through a variety of outlets intended for a variety of different manufacturers' products

Note 1 to entry: 12 V automotive **batteries** and AA, C and D alkaline **cells** are examples of **general purpose**.

K.3.211**hazardous voltage**

voltage between parts having an average value exceeding 60 V d.c. or exceeding 42,4 V peak when the peak-to-peak ripple exceeds 10 % of the average value

K.3.212**integral battery**

battery which is contained within the battery tool and is not removed from the battery tool for charging purposes

Note 1 to entry: A **battery** that is to be removed from the battery tool for disposal or recycling purposes only is considered to be an **integral battery**.

K.3.213**maximum charging current**

highest current that a lithium-ion **cell** is permitted to pass during charging for a specified range of temperatures as specified by the **cell** manufacturer and evaluated in accordance with IEC 62133

K.3.214**separable battery pack**

battery which is contained in a separate enclosure from the battery tool and is connected to the battery tool by a cord

K.3.215**specified operating region**

range of permissible operation of lithium-ion **cells**, expressed by **cell** parameter limits

K.3.215.1**specified operating region for charging**

conditions for voltage and current during charging in which the lithium-ion **cell** is permitted to operate as specified by the **cell** manufacturer and evaluated in accordance with IEC 62133

K.3.216**upper limit charging voltage**

highest voltage that a lithium-ion **cell** is permitted to attain during normal charging for a specified range of temperatures as specified by the **cell** manufacturer and evaluated in accordance with IEC 62133

K.3.217**venting**

condition that occurs, when a **cell** releases excessive internal pressure intended by design to preclude **explosion**

K.5 General conditions for the tests**K.5.2** *Addition:*

*The cumulative stress resulting from successive tests on the **battery** is to be avoided. Additional samples may be used as necessary.*

K.5.7 *Unless otherwise specified, tests to be done at **rated voltage** are done with a **fully charged battery**.*

K.5.10 This subclause is not applicable.

K.5.11 This subclause is not applicable.

K.5.15 This subclause is not applicable.

K.5.16 This subclause is not applicable.

K.5.201 *When measuring voltage, the peak value of any superimposed ripple exceeding 10 % of the average value shall be included. Transient voltages are ignored, such as a temporary increase of voltage, for example after the **battery** pack is removed from the **charger**.*

K.5.202 *Measurements of **cell** voltages during the tests of lithium-ion systems shall be made using a single pole resistive-capacitive low pass filter with a cut-off frequency of 5 KHz \pm 500 Hz. If charging voltage limits have been exceeded, the peak value of the voltage measured after this network shall be used. The measurement shall have measurement tolerance within \pm 1 %.*

K.5.203 *Some of the tests may result in **fire** or **explosion**. It is therefore important that personnel be protected from the flying fragments, explosive force, sudden release of heat, chemical burns, intense light and noise that may result from such **explosions**. The test area is to be well ventilated to protect personnel from possible harmful fumes or gases.*

K.5.204 *Unless otherwise specified, all **batteries** shall be fully conditioned as follows: **batteries** shall be **fully discharged** and then charged in accordance with the manufacturer's instructions. The sequence shall be repeated one more time with an interval of at least two hours after each discharge.*

K.5.205 *The location of thermocouples for lithium-ion **cell** temperature measurements shall be on the outer surface, half way along the longest dimension, of the **cell** that results in the highest temperature.*

K.5.206 *Currents measured during **battery** charging shall be average currents with an averaging period of 1 s to 5 s.*

K.5.207 *If not otherwise specified, a **fully charged battery** shall be used. After removal from the **charging system** and before starting a test, the **fully charged battery** shall be allowed to rest for at least 2 h but no more than 6 h at an ambient temperature of (20 ± 5) °C.*

K.5.208 *When a **battery** comprising of a single **cell** is employed, instructions in this standard referring to special preparations of a **cell** in a series configuration shall be ignored.*

K.5.209 *For **battery** designs where there is a series arrangement of parallel clusters of **cells**, the cluster shall be treated as a single **cell** for those tests that require altering the amount of charge on a single **cell** prior to conducting the test.*

K.5.210 *The end-of-discharge voltages for common cell chemistries are:*

- 0,9 V/cell for nickel cadmium or nickel metal-hydride **batteries**;
- 1,75 V/cell for lead-acid **batteries**;
- 2,5 V/cell for lithium-ion **batteries**, unless the manufacturer specifies a different voltage.

K.7 Classification

This clause is not applicable.

K.8 Marking and instructions

K.8.1 This subclause is not applicable.

K.8.3 Battery tools and **detachable battery packs** or **separable battery packs** shall be marked with additional information as follows:

- the business name and address of the manufacturer and, where applicable, his authorised representative. Any address shall be sufficient to ensure contact. Country or state, city and postal code (if any) are deemed sufficient for this purpose;
- designation of series or type, allowing the technical identification of the product. This may be achieved by a combination of letters and/or numbers and may be combined with the designation of tool.

NOTE 1 The term “designation of series or type” is also known as model number.

Battery tools shall also be marked with additional information as follows:

- the year of manufacture and a date code identifying at least the month of manufacture;
- designation of the tool, designation of the tool may be achieved by a code that is any combination of letters, numbers or symbols providing that this code is explained by giving the explicit designation such as “drill”, “planer” etc. in the instructions supplied with the tool;

NOTE 2 An example of such code is “A123-B”.

- for tools manufactured such that its parts are shipped separately for assembly by the end user each part shall be marked with a distinct identification on the part or the package.

Separable and **detachable battery packs** shall also be marked with additional information as follows:

- the capacity assigned by the manufacturer in Ah or mAh, based on the rated capacity of the **cells** determined in accordance with IEC 61056-1, IEC 61960, IEC 61951-1 and IEC 61951-2, as applicable;
- for alkaline or other non-acid electrolyte **batteries**, the type of **battery** such as Li-Ion, NiCd and NiMH.

NOTE 3 In Canada and the United States of America, the following additional requirements apply.

A battery tool provided with a **detachable battery pack** or a **separable battery pack** shall be marked: "For use only with ___ battery", or the equivalent, where the underlined space is completed with the manufacturer's name or trademark, a catalog number, a series identification, or the equivalent, of the **battery pack**. Alternatively, the statement "See Instruction Manual for Additional Battery Packs" or the equivalent may be employed in addition to at least one **battery pack** referenced by catalog number.

A **detachable battery pack**, a **separable battery pack**, or a **battery tool** provided with an **integral battery** shall be marked "For use only with ___ charger", or the equivalent, where the underlined space is completed with the manufacturer's name or trademark, a catalog number, a series identification, or the equivalent, of the **charger**. Alternatively, the statement "See Instruction Manual for Additional Chargers," or the equivalent may be employed in addition to at least one **charger** referenced by catalog number.

If additional markings are used, they shall not give rise to misunderstanding.

Compliance is checked by inspection.

K.8.4 Markings specified in K.8.1, 8.2 and K.8.3 shall not be on a **detachable part** of the tool.

Markings specified in 8.2 shall be clearly discernible from the outside of the tool. Markings specified in K.8.3 shall be visible with any **separable battery pack** or **detachable battery pack** removed. Other markings on the tool may be visible after removal of a cover, if necessary.

Indications for switches and controls shall be placed on or in the vicinity of these components; they shall not be placed on parts which can be repositioned, or positioned in such a way that the marking is misleading.

Compliance is checked by inspection.

K.8.7 This subclause is not applicable.

K.8.8 This subclause is not applicable.

K.8.14.1.1 This subclause is applicable except as follows:

Item 5) Service, is replaced by the following:

5) Battery tool use and care

- a) **Recharge only with the charger specified by the manufacturer.** *A charger that is suitable for one type of battery pack may create a risk of fire when used with another battery pack.*
- b) **Use power tools only with specifically designated battery packs.** *Use of any other battery packs may create a risk of injury and fire.*
- c) **When battery pack is not in use, keep it away from other metal objects, like paper clips, coins, keys, nails, screws or other small metal objects, that can make a connection from one terminal to another.** *Shorting the battery terminals together may cause burns or a fire.*

- d) **Under abusive conditions, liquid may be ejected from the battery; avoid contact. If contact accidentally occurs, flush with water. If liquid contacts eyes, additionally seek medical help.** *Liquid ejected from the battery may cause irritation or burns.*
- e) **Do not use a battery pack or tool that is damaged or modified.** *Damaged or modified batteries may exhibit unpredictable behaviour resulting in fire, explosion or risk of injury.*
- f) **Do not expose a battery pack or tool to fire or excessive temperature.** *Exposure to fire or temperature above 130 °C may cause explosion.*

NOTE The temperature „130 °C“ can be replaced by the temperature „265 °F“.

- g) **Follow all charging instructions and do not charge the battery pack or tool outside the temperature range specified in the instructions.** *Charging improperly or at temperatures outside the specified range may damage the battery and increase the risk of fire.*

6) Service

- a) **Have your power tool serviced by a qualified repair person using only identical replacement parts.** *This will ensure that the safety of the power tool is maintained.*
- b) **Never service damaged battery packs.** *Service of battery packs should only be performed by the manufacturer or authorized service providers.*

K.8.14.2 This subclause is applicable except as follows:

Addition:

- e) For battery tools:
 - 1) Instructions regarding **battery** charging, information regarding ambient temperature range for tool and **battery** use and storage, and the recommended ambient temperature range for the **charging system** during charging;
 - 2) For a battery-operated tool intended for use with a **detachable battery pack** or a **separable battery pack**: instructions indicating the appropriate **battery** packs for use, such as by a catalog number, series identification or the equivalent;
 - 3) Instructions indicating the appropriate **charger** for use, such as by a catalog number, series identification or the equivalent.

NOTE In Europe (EN 62841-1), the following additional requirement applies:

for battery tools with **integral battery**: instruction, how the **integral battery** can be removed safely from the tool after the tool's end of life, and information about the type of **battery** such as Li-Ion, NiCd and NiMH

K.9 Protection against electric shock

NOTE The title of this clause differs from that of the main standard.

K.9.1 Battery tools and **battery** packs shall be so constructed and enclosed that there is adequate protection against electric shock.

Compliance is checked by inspection, and by the tests of K.9.3 and K.9.5, as applicable.

K.9.2 This subclause is not applicable.

K.9.3 It shall not be possible to have two conductive, simultaneously **accessible parts** where the voltage between them is hazardous unless they are provided with **protective impedance**.

In the case of **protective impedance** the short circuit current between the parts shall not exceed 2 mA for d.c. or 0,7 mA peak for a.c. and there shall not be more than 0,1 µF capacitance directly between the parts.

Compliance for accessibility is checked by applying the test probe B of IEC 61032:1997 to each conductive part.

The test probe B of IEC 61032:1997 is applied with a force not exceeding 5 N through openings to any depth that the test probe will permit, and it is rotated or angled before, during and after insertion to any position.

If the opening does not allow the entry of the probe, a rigid test probe with the dimensions of the test probe B of IEC 61032:1997, but without any articulation, is used, the force on the probe is increased to 20 N and the test with the articulated test probe B of IEC 61032:1997 repeated.

*Contact with the test probe is determined with all **detachable parts** removed and the battery tool operated in any possible position of **normal use**.*

*Lamps located behind detachable covers are not removed, providing the lamp may be de-energized by means of a user operable plug, **battery** pack disconnection or a switch.*

K.9.4 This subclause is not applicable.

K.9.5 Materials providing insulation from electric shock shall be adequate.

Compliance is checked by subjecting the insulating material to an electric strength test as specified in Clause D.2 with 750 V. This provision does not exclude the testing of the material as situated within the tool, providing care is taken to ensure that materials not under consideration are not subjected to the test voltage.

*This test applies only to materials which, if they were to fail to insulate, would subject the user to a shock hazard from a **hazardous voltage**. This test does not apply to materials that provide only a physical barrier to contact. As such, an uninsulated energized part shall be within 1,0 mm of the material surface to be considered for this requirement.*

K.10 Starting

This clause is not applicable.

K.11 Input and current

This clause is not applicable.

K.12 Heating

K.12.1 Battery tools and **battery** packs shall not attain excessive temperatures.

Compliance is checked by determining the temperature rise of the various parts under the following conditions:

The tool is operated at no-load

- *continuously; or*
- *for tools with an **inherent operating cycle**: operation with consecutive operating cycles*

*until maximum temperature is reached or the tool no longer operates due to the **battery** being discharged.*

During the test, **protective devices** shall not operate. The temperature rises shall not exceed the values shown in Table 2.

K.12.2 to K.12.6 These subclauses are not applicable.

K.12.201 Normal charging of lithium-ion systems

Charging a lithium-ion **battery** under normal conditions shall not exceed the **specified operating region for charging** of the **cell**.

Compliance is checked by the following tests.

The **battery** is charged in accordance with the **charging system** instructions starting with a **fully discharged battery**. Testing is carried out at an ambient temperature of $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$ and

- if the tool is recommended to be operated at a minimum temperature lower than $4 ^\circ\text{C}$, the test is also conducted at that minimum temperature ${}_{-5}^0 ^\circ\text{C}$;
- if the tool is recommended to be operated at a maximum temperature greater than $40 ^\circ\text{C}$, the test is also conducted at that maximum temperature ${}_0^{+5} ^\circ\text{C}$.

For all individual **cells**, the voltage, the temperature measured in accordance with K.5.205 and the charging current are monitored. In the case of parallel configurations, analysis may be used to avoid measuring the individual branch currents. The result shall not exceed their **specified operating region for charging** (e.g. limits of voltage and current dependant on the temperature).

NOTE 1 The following is an example result of such analysis: the charging current for each branch of a parallel connection would not need to be monitored, if the maximum deliverable current of the **charger** did not exceed the **maximum charging current** of a single **cell**.

For **batteries** employing series configurations, the test is repeated with a deliberately imbalanced **battery**. The imbalance is introduced into a **fully discharged battery** by charging one **cell** to approximately 50 % of full charge.

*If it can be demonstrated through testing and/or design evaluation that an imbalance less than 50 % would actually occur in **normal use**, then this lower imbalance may be used.*

NOTE 2 Examples are those designs that employ circuitry intended for maintaining balance between **cells** in the **battery** pack. Systems with a small number of **cells** in series may be shown to exhibit limited imbalance in practice, if the product ceases to operate with a **battery** prepared with a smaller initial imbalance.

NOTE 3 An example for a testing is repeated charging and discharging a **battery** in accordance with the manufacturer's instructions until its capacity has decreased to 80 % of the rated capacity, using the imbalance at the end of the test.

K.13 Resistance to heat and fire

K.13.1 Parts of thermoplastic material provided as an enclosure to comply with Clause K.9, the deterioration of which might cause the tool or **battery** pack to fail to comply with this annex, shall be sufficiently resistant to heat.

Compliance is checked by subjecting of the relevant parts to a ball pressure test of IEC 60695-10-2:2003. Any soft materials (elastomers), such as soft grip coverings, shall be removed.

The required thickness may be obtained by using two or more sections of the part.

The test is made in a heating cabinet at a temperature of (55 ± 2) °C plus the maximum temperature rise determined during the test of K.12, but for external parts it shall be at least (75 ± 2) °C.

NOTE In Clause K.12 only outside temperatures are measured. The basic temperature of (40 ± 2) °C has been changed to (55 ± 2) °C representing the typical difference between the inside and outside temperatures of enclosures.

K.13.2 This subclause applies only to the external enclosure enclosing the current-carrying parts of the tool or **battery pack**.

Addition:

*Non-metallic parts of a **detachable** or **separable battery pack** or non-metallic parts of a tool that contains an **integral battery** supporting connections that carry a current exceeding 0,2 A during charging and non-metallic parts within a distance of 3 mm of such connections, are subjected to the glow-wire test of IEC 60695-2-11:2000, which is carried out at 850 °C.*

However, the tests are not applicable to:

- parts supporting welded connections and parts within a distance of 3 mm of these connections;*
- parts supporting connections in low-power circuits described in Annex H and parts within a distance of 3 mm of these connections;*
- soldered connections on printed circuits boards and parts within a distance of 3 mm of these connections;*
- connections on small components on printed circuit boards, such as diodes, transistors, resistors, inductors, integrated circuits and capacitors, and parts within a distance of 3 mm of these connections.*

K.13.2.201 For **detachable battery packs** or **separable battery packs** with external enclosures of polymeric material that enclose current-carrying parts, the material shall be classified at least V according to IEC 60695-11-10:2013, unless the battery pack has been tested in accordance with K.18.1 a).

Compliance is checked by the relevant tests of IEC 60695-11-10:2013.

NOTE The test of K.18.1 a) is mandatory for exposed battery terminals and is an option for battery terminals that are not exposed.

K.14 Moisture resistance

This clause is not applicable.

K.16 Overload protection of transformers and associated circuits

This clause is not applicable.

K.17 Endurance

This clause is not applicable.

K.18 Abnormal operation

K.18.1 All tools when operating under **battery** power and their **battery** packs shall be so designed that the risk of **fire** or electric shock as a result of abnormal operation is obviated as far as is practical.

Compliance is checked by the following tests.

The abnormal conditions a) to f) below shall be applied.

*The battery tool, **battery** pack and the cords of d) and e), as appropriate, are placed on a soft wood surface covered by two layers of tissue paper; the sample is covered by one layer of untreated 100 % cotton medical gauze. For the tests b), c) and f), the tool is switched on and no additional mechanical load is applied. The test is conducted until failure or until the test sample returns to within 5 K of the ambient temperature or, if neither of these occurs, until at least 3 h has elapsed. A new sample may be used for each fault listed below. No **explosion** shall occur during or after the test. There shall be adequate protection against electric shock as defined in K.9. No charring or burning of the gauze or tissue paper shall result. **Venting** of the **cells** is permitted.*

Charring is defined as a blackening of the gauze caused by combustion. Discolouration of the gauze caused by smoke is acceptable. The resistance for the short in items a), b), d), e) and f) shall not exceed 10 mΩ. Charring or igniting of the tissue paper or gauze from the shorting means is not considered a failure.

*Fuses, **thermal cut-outs**, **thermal links**, **temperature limiters**, electronic devices or any component(s) or conductor(s) that interrupt the discharge current may operate during the above tests. If these devices are relied upon to pass the test, the test is to be repeated two more times, using two additional samples, and shall open the circuit in the same manner, unless the test is otherwise satisfactorily completed. Alternatively, the test may be repeated with the open-circuited device bridged.*

*However, protective **electronic circuits** whose function is relied upon to pass a test shall be regarded as providing a **safety critical function** and comply with 18.8 with a PL = a. If a user adjustable **temperature limiter** operates, the test is conducted with the **temperature limiter** set to the most unfavourable setting and then repeated at this setting with two additional samples.*

- a) *Combinations of exposed terminals of a **detachable battery pack** are shorted so as to produce the worst result. **Battery** pack terminals that can be contacted using either test probe B of IEC 61032:1997 or test probe 13 of IEC 61032:1997 are considered exposed. The means of shorting shall be selected or positioned such that charring or ignition of the tissue paper or gauze is not influenced.*
- b) *The terminals of each motor are shorted one at a time.*
- c) *The rotor of each motor is locked one at a time.*
- d) *Any cord provided between the **separable battery pack** and the battery tool shall be shorted at the point likely to produce the most adverse effects.*
- e) *Any cord provided between the tool and the **charger** shall be shorted at the point likely to produce the most adverse effects.*
- f) *A short is introduced between any two uninsulated parts of opposite polarity not in accordance with the spacings given in Clause K.28 unless this has been evaluated to 18.6. A circuit analysis may be used to determine where a short shall or shall not be applied. The test is not conducted on uninsulated parts that are encapsulated.*

K.18.2 to K.18.5 These subclauses are not applicable.

K.18.8 This subclause does not apply to lithium-ion **charging systems**, since they are covered by K.18.201.

K.18.8.3 to K.18.8.6 These subclauses are not applicable.

K.18.201 Lithium-ion charging systems – abnormal conditions

This subclause applies only to lithium-ion **batteries**.

The **charging system** and **battery** of a lithium-ion system shall be so designed that the risk of **fire** and **explosion** as a result of abnormal operation during charging is obviated as far as is practical.

Compliance is checked by the following test.

*A sample containing the **battery** and the associated assemblies of the **charging system** are placed on a soft wood surface covered by two layers of tissue paper; the sample is covered by one layer of untreated 100 % cotton medical gauze. The **battery system** is operated as specified in K.8.14.2 e) 1) with all of the categories of abnormal conditions listed below in a) to d).*

- a) *Components in the **charging system** are faulted as in 18.6.1 b) to f), one at a time, if the outcome of such a fault is uncertain based upon analysis. For each fault condition introduced, the state of the **battery** before charging is as follows:*
 - *a series configured **battery** shall have a deliberate imbalance. The imbalance is introduced into a **fully discharged battery** by charging one **cell** to approximately 50 % of full charge; or*
 - *if the test of K.12.201 is conducted with an imbalance of less than 50 %, a series configured **battery** shall have a deliberate imbalance as established in K.12.201; or*
 - *a single **cell** or parallel only configuration **battery** shall be **fully discharged**.*
- b) *If the test of K.12.201 is conducted with an imbalance of less than 50 % due to the function of circuit(s), and if a single fault of any component within that circuit(s) is shown to result in the loss of that function, then a series configured **battery** shall be charged with a deliberate imbalance. The imbalance is introduced into a **fully discharged battery** by charging one **cell** to approximately 50 % of full charge.*
- c) *For a **battery** with a series configuration, all **cells** are at approximately 50 % charge, except for one which is shorted. The **battery** is then charged.*
- d) *With a **fully charged battery** connected to the **charger**, a short is introduced to the **charging system** across a component or between adjacent PCB tracks at a location expected to produce the most unfavourable results to evaluate the effect of back-feed from the **battery**. For a **charger** with a cord that connects to the **battery**, the short shall be introduced at the point likely to produce the most adverse effects. The resistance of the short shall not exceed 10 mΩ.*

*During the tests, each **cell** voltage is continuously monitored to determine if it has exceeded the limit condition. **Venting** of the **cells** is permitted.*

The test is conducted until the sample under test experiences a failure, returns to within 5 K of the ambient temperature or, if neither of these, until at least 7 h or twice the normal charge period has elapsed, whichever is longer.

Tests are considered passed if all of the following are true:

- *There has been no **explosion** during the test.*
- *No charring or burning of the gauze or tissue paper has resulted. Charring is defined as a blackening of the gauze caused by combustion. Discolouration of the gauze caused by*

smoke is acceptable. Charring or igniting of the tissue paper or gauze from the shorting means is not considered a failure.

- The **cells** shall not have exceeded the **upper limit charging voltage** by more than 150 mV or, if they have, then the **charging system** shall be permanently disabled from recharging the **battery**. To determine if recharging is disabled, the **battery** shall be discharged by using the tool tested (in the case of an integral system) or by using a new sample of the tool (in the case of a detachable **battery system**) to approximately 50 % charge, followed by an attempt to recharge the **battery** normally. There shall be no charging current after 10 min or after 25 % of the nominal capacity has been delivered, whichever occurs first.
- There shall be no evidence of damage to the **cell** vent to impair compliance with Subclause K.21.202.

K.18.202 Lithium-ion battery short circuit

This subclause applies only to lithium-ion **batteries**.

There shall be no risk of **fire** or **explosion** when the main discharge connections of a series configured **integral battery**, **detachable battery pack** or **separable battery pack** are shorted under conditions of extreme imbalance.

Compliance is checked by the following test.

*The test is conducted with all the **cells** of the **battery fully charged** and one **cell fully discharged**.*

*A **detachable battery pack** or **separable battery pack** is placed on a soft wood surface covered by two layers of tissue paper and the sample is then covered by one layer of untreated 100 % cotton medical gauze.*

*A tool containing an **integral battery** is placed on a soft wood surface covered by two layers of tissue paper and the sample is then covered by one layer of untreated 100 % cotton medical gauze.*

*The main discharge connections of the **battery** are shorted with a resistance not to exceed 10 m Ω . The test is conducted until the test sample experiences a failure or until the test sample returns to within 5 K of the ambient temperature. There shall be no **explosion** during or after the test. As a result of the test, there shall be no charring or burning of the gauze or tissue paper. **Venting of cells** is acceptable.*

Charring is defined as a blackening of the gauze caused by combustion. Discolouration of the gauze caused by smoke is acceptable. Charring or igniting of the tissue paper or gauze from the shorting means is not considered a failure.

*Fuses, **thermal cut-outs**, **thermal links**, **temperature limiters**, electronic devices or any component(s) or conductor(s) that interrupt the discharge current may operate during the above tests. If these devices are relied upon to pass the test, the test is to be repeated two more times, using two additional samples, and shall open the circuit in the same manner, unless the test is otherwise satisfactorily completed. Alternatively, the test may be repeated with the open-circuited device bridged.*

*However, protective **electronic circuits** whose function is relied upon to pass a test shall be regarded as providing a **safety critical function** and comply with 18.8 with a PL = a. If a user adjustable **temperature limiter** operates, the test is conducted with the **temperature limiter** set to the most unfavourable setting and then repeated at this setting with two additional samples.*

K.18.203 Batteries other than lithium-ion – overcharging

Batteries comprised of **cells** other than the lithium-ion type shall withstand abusive overcharging without risk of **fire** or **explosion**.

Compliance is checked by the following test.

The **battery** is placed on a soft wood surface covered by two layers of tissue paper and the sample is then covered by one layer of untreated 100 % cotton medical gauze and charged at a rate of 10 times the **C₅ rate** for the **battery** for 1,25 h. There shall be no **explosion** and no charring or burning of the gauze or tissue paper. Charring is defined as a blackening of the gauze caused by combustion. Discolouration of the gauze caused by smoke is acceptable. **Venting** of the **cells** is acceptable.

K.19 Mechanical hazards

K.19.6 For all tools where the relevant part of IEC 62841-2, IEC 62841-3 or IEC 62841-4 requires the tool to be marked with the **rated no-load speed**, the no-load speed of the spindle at **rated voltage** shall not exceed 110 % of the **rated no-load speed**.

Compliance is checked by the following test.

The tool is operated for 5 min at no-load. Immediately afterwards, the **battery** is replaced with a **fully charged battery**. The speed of the spindle is then measured after the tool has been operating for 1 min at no-load.

K.19.201 It shall not be possible to install a **detachable battery pack** or a **separable battery pack** in reverse polarity.

Compliance is checked by inspection.

K.19.202 Lithium-ion enclosure pressure test

This subclause applies only to lithium-ion **batteries**.

An enclosure for lithium-ion **batteries** shall be designed such that it will safely release gasses that may be generated as a result of **venting**.

Compliance is checked by measurement in the case of a) or by the test of b):

- a) *the total area of the openings in the enclosure allowing gasses to pass without obstruction shall be equal to or greater than 20 mm²; or*
- b) *the enclosure shall be tested as follows.*

*A total of 21 ml ± 10 % of air shall be delivered at an initial pressure of 2 070 kPa ± 10 % through a (2,87 ± 0,05) mm diameter orifice to the enclosure of a tool with **integral battery** or the enclosure of a **detachable battery pack** or **separable battery pack**. The pressure within the enclosure shall drop below 70 kPa in 30 s. There shall be no rupturing that would cause the enclosure to fail to meet the requirements of this standard. An additional volume, not to exceed 3 ml, is allowed to be added to the enclosure volume as may be required for test fittings.*

K.20 Mechanical strength

K.20.1 Battery tools and **battery** packs shall have adequate mechanical strength, and shall be so constructed that they withstand rough handling that may be expected.

Compliance is checked by the tests of 20.2 and K.20.3.1 or K.20.3.2.

Following the test, the battery tool and **battery** pack shall not catch **fire** or explode and shall meet the requirements of Clauses K.9, K.19 and either K.18.1 f) or K.28.1.

In addition, the following applies for lithium-ion **batteries** after the test of K.20.3.1 or K.20.3.2:

- the open circuit voltage of the **battery** shall not be less than 90 % of the voltage measured immediately prior to the test;
- the **battery** shall demonstrate normal discharging and recharging after the test;
- there shall be no damage to the **cell** vent that impairs compliance with K.21.202.

K.20.3.1 A hand-held battery tool with any **detachable battery pack** attached is dropped three times in total on a concrete surface from a height of 1 m. For these three drops, the sample is tested in the three most unfavourable positions the lowest point of the tool being 1 m above the concrete surface. For the test, separable **accessories** are not mounted.

For battery tools with **detachable battery packs**, the test is repeated three more times without the **battery** pack attached to the tool. New samples may be used for each series of three drops. For the test, separable **accessories** are not mounted.

In addition for **detachable battery packs** or **separable battery packs**, the test is repeated three more times on the **battery** packs separately.

If **attachments** are provided as specified and mounted in accordance with 8.14.2, the test is repeated with each **attachment** or combination of **attachments** mounted to a separate tool sample with a **detachable battery pack** or **separable battery pack** installed.

K.20.3.2 A **battery-operated transportable tool** with any **detachable battery pack** attached, placed in its normal operating position, is impacted with a smooth steel sphere having a diameter of (50 ± 2) mm and weighing $(0,55 \pm 0,03)$ kg. If a part of the tool can be impacted from above, the sphere is dropped from a rest position to strike the component. Otherwise, the sphere is suspended by a cord and is allowed to fall from a rest position as a pendulum to strike the area of the tool to be tested. In either case, the vertical travel of the sphere is $(1,3 \pm 0,1)$ m.

A **guard** that becomes disassembled is acceptable, if it can be reassembled readily to function properly.

Deformation of a **guard** or other part is acceptable, if the part can be readily restored to its original shape.

Damage to the tool or a portion of the drive system, other than a **guard** is acceptable, if the tool is incapable of **normal operation**.

In addition for **detachable battery packs** or **separable battery packs** with a mass greater than or equal to 3 kg the test is repeated on the **battery** packs separately.

In addition for **detachable battery packs** or **separable battery packs** with a mass less than 3 kg, the **battery** pack shall withstand being dropped three times on a concrete surface from a height of 1 m. The sample shall be positioned to vary the point of impact.

K.20.4 This subclause is not applicable.

K.21 Construction

K.21.5 This subclause is not applicable.

K.21.6 This subclause is not applicable.

K.21.7 to K.21.15 These subclauses are not applicable.

K.21.17.1.2 *Modification:*

The number of cycles is 6 000.

K.21.21 This subclause is not applicable.

K.21.25 to K.21.29 These subclauses are not applicable.

K.21.31 to K.21.34 These subclauses are not applicable.

K.21.201 Tools shall not readily accept **general purpose batteries** (either primary or rechargeable) as an energy source for their primary function.

Compliance is checked by inspection.

K.21.202 Vents of lithium-ion **cells** shall not be obstructed in such a way as to defeat their operation if **venting** is relied upon for safety.

*Compliance is checked by inspection or, if in doubt, by inspecting the **cells** after conclusion of the abnormal tests of K.18.1 a), b) and c) to ensure that **cells** have not vented by any means other than through the **cell vent**.*

K.21.203 User accessible interfaces between elements of a lithium-ion **battery system** shall not employ connectors of the following types:

- standard mains inlet connectors, except for mains supply connections;
- barrel connectors with outside diameters of 6,5 mm or less;
- phone plugs with a diameter of 3,5 mm or less.

Compliance is checked by inspection.

K.22 Internal wiring

K.22.2 This subclause is applicable only for **hazardous voltages**.

K.22.3 This subclause is not applicable.

K.22.6 *Replacement of the last paragraph:*

After the test, the tool shall comply with Clause K.9.

K.23 Components

K.23.1.2 This subclause is not applicable.

K.23.1.9 This subclause is not applicable.

K.23.1.10 Power switches shall have adequate breaking capacity.

*Compliance is checked by subjecting a switch to 50 operation cycles of making and breaking the locked output mechanism current of the **fully charged** battery-operated tool. Each “on” period having a duration of not more than 0,5 s and each “off” period having a duration of at least 10 s.*

*After this test the **power switch** shall have no electrical or mechanical failure. If the switch operates properly in the “on” and “off” positions at the end of the test, it is considered to have no mechanical or electrical failure.*

K.23.1.10.1 to K.23.1.10.3 These subclauses are not applicable.

K.23.1.201 Power switches shall withstand, without excessive wear or other harmful effect, the mechanical, electrical, and thermal stresses occurring in the tool.

*Compliance is checked by subjecting a switch to 6 000 cycles of operation making and breaking the current encountered in the **fully charged** battery tool operated at no-load. The switch is operated at a uniform rate of 30 operations per minute. During the test the switch shall operate correctly. After this test, the **power switch** shall have no electrical or mechanical failure. If the switch operates properly in the “on” and “off” positions at the end of the test, it is considered to have no mechanical or electrical failure.*

K.23.5 This subclause is not applicable.

K.23.201 Cells employed in tools or **cells** employed in **battery** packs shall comply with IEC 62133.

NOTE The above requirement for testing according to IEC 62133 does not include the **battery** pack itself.

K.23.202 Rechargeable **cells** employed in tools or in **battery** packs shall not be of lithium-metal type.

Compliance is checked by inspection.

NOTE Lithium-ion **cells** are not lithium metal **cells**.

K.24 Supply connection and external flexible cords

This clause is not applicable, except as follows:

K.24.201 For battery tools with **separable battery packs**, the external flexible cable or cord shall have anchorages such that the conductors are relieved from strain, including twisting, where they are connected within the tool, and protected from abrasion.

Compliance is checked by inspection.

K.25 Terminals for external conductors

This clause is not applicable.

K.26 Provision for earthing

This clause is not applicable.

K.27 Screws and connections

K.27.1 This subclause is applicable except as follows: the sixth paragraph and the accompanying note, which refers to earthing connections, are not applicable.

K.28 Creepage distances, clearances and distances through insulation

K.28.1 Creepage distances and clearances shall not be less than the values in millimetres shown in Table K.1. The **clearances** specified do not apply to the air gap between the contacts of thermal controls, overload protection devices, switches of micro-gap construction, and the like, or to the air gap between the current-carrying members of such devices where the **clearances** vary with the movement of the contacts. **Creepage distances and clearances** also do not apply to the construction of **battery cells** or the interconnections between **cells** in a **battery** pack. The values specified in Table K.1 do not apply to cross-over points of motor windings.

The values in Table K1 are equal or larger than the values required by IEC 60664-1, when

- an overvoltage category II;
- a material group III;
- a pollution degree 1 for parts protected against deposition of dirt and for lacquered or enamelled windings;
- a pollution degree 3 for other parts;
- inhomogeneous electric field

are applied.

For parts of different polarity, **clearance** and **creepage distances** less than those given in Table K.1 are acceptable if the shorting of the two parts does not result in the tool starting.

NOTE 1 The risk of **fire** due to spacings below the required values is covered by the requirements of 18.1.

**Table K.1 – Minimum creepage distances and clearances
between parts of opposite polarity**

Dimensions in millimetres

Working voltage ≤ 15 V		Working voltage > 15 V and ≤ 32 V		Working voltage > 32 V	
Creepage distance	Clearance	Creepage distance	Clearance	Creepage distance	Clearance
0,8 ^a	0,8	1,5	1,5	2,0 ^a	1,5
^a These creepage distances are slightly lower than suggested by IEC 60664-1. Creepage distances between live parts of different polarity (functional insulation) are only associated to fire hazard, not to electric shock hazard. As products in the scope of IEC 62841 are products supervised during normal use , lower distances are justified.					

For parts having a **hazardous voltage** between them, the sum total of the measured distances between each of these parts and their nearest accessible surface shall not be less than 1,5 mm **clearance** and 2,0 mm **creepage distance**.

NOTE 2 Figure K.1 provides clarification on the measurement method.

Compliance is checked by measurement.

*The way in which **creepage distances** and **clearances** are measured is indicated in Annex A.*

Distances through slots or openings in external parts of insulating material are measured to the metal foil in contact with the accessible surface; the foil is pushed into corners and the like by means of the standard test probe B of IEC 61032:1997, but is not pressed into openings.

*The sum total of distances measured between parts operating at **hazardous voltage** and accessible surfaces is determined by measuring the distance from each part to the accessible surface. The distances are to be added together to determine the sum total. See Figure K.1. For the purpose of this determination, one of the distances shall be 1,0 mm or greater. See Annex A, cases 1 to 10.*

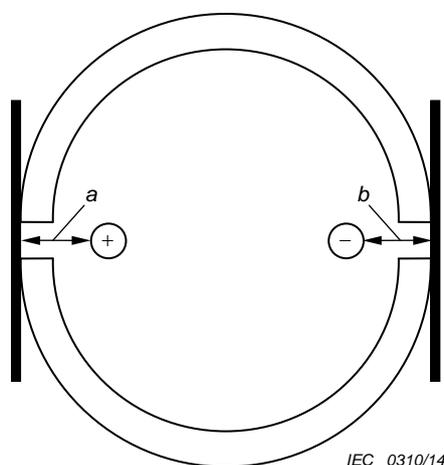
*If necessary, a force is applied to any point on bare conductors and to the outside of metal enclosures, in an endeavour to reduce the **creepage distances** and **clearances** while taking the measurements.*

The force is applied by means of the test probe B of IEC 61032:1997 and has a value of:

- 2 N for bare conductors;
- 30 N for enclosures.

Means provided for fixing the tool to a support are considered to be accessible.

K.28.2 This subclause is not applicable.



Dimension a = distance from positive bare conductive part to the external surface as defined by foil stretched across the openings.

Dimension b = distance from negative bare conductive part to the external surface as defined by foil stretched across the openings.

$a + b$ is the sum total as defined in K.28.1.

Figure K.1 – Measurement of clearances

Annex L (normative)

Battery tools and battery packs provided with mains connection or non-isolated sources

L.1 Scope

This annex applies to rechargeable battery-powered motor-operated or magnetically driven

- **hand-held tools** (IEC 62841-2);
- **transportable tools** (IEC 62841-3);
- **lawn and garden machinery** (IEC 62841-4);

and the **battery** packs for such tools or machinery that are also operated and/or charged directly from the mains or a **non-isolated source**, including tools provided with integral **battery chargers**. The above listed categories are hereinafter referred to as “tools” or “machines”.

The maximum **rated voltages** for tools are 250 V single phase a.c. or d.c. mains source and 75 V d.c. **battery** source. The maximum **rated voltage** for **battery** packs is 75 V d.c.

Battery packs for tools covered under this annex intended to be charged by a non-isolated **charger** shall be evaluated by this annex and standard. When evaluating a **battery** pack for protection against electric shock, **creepage distances**, **clearances** and distances through insulation, the **battery** pack shall be fitted to the intended **charger**.

Since **battery** packs for power tools are submitted to different use patterns (such as rough use, high charging and discharging currents) their safety can be evaluated only by this annex and not by using other standards for **battery** packs, such as IEC 62133, unless otherwise indicated in this annex. All relevant requirements of IEC 62133 are addressed in this annex.

When evaluating the risk of **fire** associated with **detachable battery packs**, consideration has been given to the fact that these **battery** packs are unattended energy sources and have been evaluated as such in this standard. Requirements in other standards regarding the risk of **fire** due to the charging of these **detachable battery packs** are therefore considered to be fulfilled.

This annex also addresses requirements covering the use of lithium-ion **cells** employed in **battery systems** in tools. The following is considered within the context of these requirements:

- These requirements address the risk of **fire** or **explosion** of these **batteries** and not any possible hazards associated with toxicity nor potential hazards associated with transportation or disposal.

NOTE 1 IEC 62281 covers the safety aspects of lithium-ion batteries during transport.

- **Battery systems** covered by these requirements are not intended to be serviced by the end user.
- These requirements are intended to provide comprehensive evaluation of a **battery** only if used in products covered by this standard.
- These requirements address the safety of lithium-ion **battery systems** during storage and use including discharge and charge. These requirements are only considered to be supplementary requirements in regards to battery **charger** fire and electric shock.
- These requirements refer to and require parameters supplied in reference to the **cells** that establish conditions for safe use of those **cells**. Those parameters form the basis of acceptance criteria for a number of tests contained herein. This standard does not

independently evaluate the safety of **cells**. These parameters, taken as a set, constitute the “**Specified Operating Region**” for a **cell**. There may be several sets of **specified operating region(s)**.

This annex is not intended to apply to tools using **general purpose batteries** installed by the user and this annex alone will not be sufficient to ensure all hazards are considered for these products.

This annex does not apply to the safety of battery **chargers** themselves. However, this annex covers the safe functioning of lithium-ion **battery systems**.

NOTE 2 IEC 60335-2-29 covers a variety of **chargers**.

All clauses of this standard apply unless otherwise specified in this annex. If a clause is stated in the annex, the requirements replace the requirements of the main body of the standard unless otherwise specified.

L.3 Terms and definitions

This clause is applicable except as follows:

For the purpose of this annex, the following additional definitions apply:

L.3.201

battery system

combination of a lithium-ion **battery**, the **charging system**, the tool and the interfaces between them as existing during operation of the tool or during charging

L.3.202

cell

basic functional electrochemical unit containing an assembly of electrodes, electrolyte, container, terminals, and usually separators, that is a source of electrical energy by direct conversion of chemical energy

L.3.203

charger

part or all of the **charging system** contained in a separate enclosure. As a minimum, the **charger** includes some of the power conversion circuitry. Not all **charging systems** include a separate **charger** as in the case where a tool may be charged utilizing a mains **supply cord** or may incorporate a plug for attachment to a mains receptacle

L.3.204

charging system

combination of circuitry intended to charge, balance and/or maintain the state of charge of the **battery**

L.3.205

C₅ rate

current, in amperes, that a **cell** or **battery** can be discharged at for 5 h to the voltage cut-off point specified by the **cell** manufacturer

L.3.206

detachable battery pack

battery which is contained in a separate enclosure from the battery tool and is intended to be removed from the tool for charging purposes

L.3.207**fire**

emission of flames from a **battery**

L.3.208**fully charged (battery/cell)**

cell or **battery** charged to the maximum state of charge permitted by the **battery charging system** intended for use with the tool

L.3.209**fully discharged (battery/cell)**

battery or **cell** that has been discharged at **C₅ rate** until one of the following conditions occurs: discharge terminates due to protective circuitry or the **battery** (or **cell**) reaches a total voltage with an average voltage per cell equal to the end-of-discharge voltage for the cell chemistry being used unless a different end-of-discharge voltage is specified by the manufacturer

Note 1 to entry: The end-of-discharge voltages for common cell chemistries are provided in L.5.210.

L.3.210**general purpose (battery/cell)**

batteries and **cells** available from a variety of manufacturers, through a variety of outlets intended for a variety of different manufacturers' products

Note 1 to entry: 12 V automotive **batteries** and AA, C and D alkaline **cells** are examples of **general purpose**.

L.3.211**hazardous voltage**

voltage between parts having an average value exceeding 60 V d.c. or exceeding 42,4 V peak when the peak-to-peak ripple exceeds 10 % of the average value

L.3.212**integral battery**

battery which is contained within the battery tool and is not removed from the battery tool for charging purposes

Note 1 to entry: A **battery** that is to be removed from the battery tool for disposal or recycling purposes only is considered to be an **integral battery**.

L.3.213**maximum charging current**

highest current that a lithium-ion **cell** is permitted to pass during charging for a specified range of temperatures as specified by the **cell** manufacturer and evaluated in accordance with IEC 62133.

L.3.214**separable battery pack**

battery which is contained in a separate enclosure from the battery tool and is connected to the battery tool by a cord

L.3.215**specified operating region**

range of permissible operation of lithium-ion **cells**, expressed by **cell** parameter limits

L.3.215.1**specified operating region for charging**

conditions for voltage and current during charging in which the lithium-ion **cell** is permitted to operate as specified by the **cell** manufacturer and evaluated in accordance with IEC 62133

L.3.216**upper limit charging voltage**

highest voltage that a lithium-ion **cell** is permitted to attain during normal charging for a specified range of temperatures as specified by the **cell** manufacturer and evaluated in accordance with IEC 62133

L.3.217**venting**

condition that occurs, when a **cell** releases excessive internal pressure intended by design to preclude **explosion**

L.5 General conditions for the tests**L.5.2 Addition:**

*The cumulative stress resulting from successive tests on the **battery** is to be avoided. Additional samples may be used as necessary.*

L.5.7.2 Unless otherwise specified, tests to be done at **rated voltage** are done with a **fully charged battery**.

L.5.201 *When measuring voltage, the peak value of any superimposed ripple exceeding 10 % of the average value shall be included. Transient voltages are ignored, such as a temporary increase of voltage, for example after the **battery** pack is removed from the **charger**.*

L.5.202 *Measurements of **cell** voltages during the tests of lithium-ion systems shall be made using a single pole resistive-capacitive low pass filter with a cut-off frequency of 5 KHz \pm 500 Hz. If charging voltage limits have been exceeded, the peak value of the voltage measured after this network shall be used. The measurement shall have measurement tolerance within \pm 1 %.*

L.5.203 *Some of the tests may result in **fire** or **explosion**. It is therefore important that personnel be protected from the flying fragments, explosive force, sudden release of heat, chemical burns, intense light and noise that may result from such **explosions**. The test area is to be well ventilated to protect personnel from possible harmful fumes or gases.*

L.5.204 *Unless otherwise specified, all **batteries** shall be fully conditioned as follows: **batteries** shall be **fully discharged** and then charged in accordance with the manufacturer's instructions. The sequence shall be repeated one more time with an interval of at least two hours after each discharge.*

L.5.205 *The location of thermocouples for lithium-ion **cell** temperature measurements shall be on the outer surface, half way along the longest dimension, of the **cell** that results in the highest temperature.*

L.5.206 *Currents measured during **battery** charging shall be average currents with an averaging period of 1 s to 5 s.*

L.5.207 *If not otherwise specified, a **fully charged battery** shall be used. After removal from the **charging system** and before starting a test, the **fully charged battery** shall be allowed to rest for at least 2 h but no more than 6 h at an ambient temperature of (20 ± 5) °C.*

L.5.208 *When a **battery** comprising of a single **cell** is employed, instructions in this standard referring to special preparations of a **cell** in a series configuration shall be ignored.*

L.5.209 For **battery** designs where there is a series arrangement of parallel clusters of **cells**, the cluster shall be treated as a single **cell** for those tests that require altering the amount of charge on a single **cell** prior to conducting the test.

L.5.210 The end-of-discharge voltages for common cell chemistries are:

- 0,9 V/cell for nickel cadmium or nickel metal-hydride **batteries**;
- 1,75 V/cell for lead-acid **batteries**;
- 2,5 V/cell for lithium-ion **batteries**, unless the manufacturer specifies a different voltage.

L.7 Classification

L.7.1 This subclause applies except that **class III tools** are not considered in this annex.

L.8 Marking and instructions

L.8.1 Non-isolated sources that can supply a tool, or tools that can be supplied directly from the mains, shall be marked with the following:

- **rated voltage(s)** or **rated voltage range(s)**, in volts;
- symbol for nature of supply, unless the **rated frequency(ies)** or **rated frequency range** is marked. The symbol for nature of supply shall be placed next to the marking for **rated voltage**;
- **rated input**, in watts, or **rated current** in amperes;
- symbol for **class II construction**, for **class II tools** only.

Compliance is checked by inspection.

L.8.3 Tools and **detachable battery packs** or **separable battery packs** shall be marked with additional information as follows:

- the business name and address of the manufacturer and, where applicable, his authorised representative. Any address shall be sufficient to ensure contact. Country or state, city and postal code (if any) are deemed sufficient for this purpose;
- designation of series or type, allowing the technical identification of the product. This may be achieved by a combination of letters and/or numbers and may be combined with the designation of tool.

NOTE 1 The term “designation of series or type” is also known as model number.

Tools shall also be marked with additional information as follows:

- the year of manufacture and a date code of identifying at least the month of manufacture;
- designation of the tool:
designation of the tool may be achieved by a code that is any combination of letters, numbers or symbols providing that this code is explained by giving the explicit designation such as “drill”, “planer” etc. in the instructions supplied with the tool;

NOTE 2 An example of such code is “A123-B”.

- for tools manufactured such that its parts are shipped separately for assembly by the end user each part shall be marked with a distinct identification on the part or the package.

Separable and **detachable battery packs** shall also be marked with additional information as follows:

- the capacity assigned by the manufacturer in Ah or mAh, based on the rated capacity of the cells determined in accordance with IEC 61056-1, IEC 61960, IEC 61951-1 and IEC 61951-2, as applicable;
- for alkaline or other non-acid electrolyte **batteries**, the type of **battery** such as Li-Ion, NiCd and NiMH.

If additional markings are used, they shall not give rise to misunderstanding.

Compliance is checked by inspection.

L.8.4 Markings specified in L.8.1, 8.2 and L.8.3 shall not be on a **detachable part** of the tool.

Markings specified in 8.2 shall be clearly discernible from the outside of the tool. Markings specified in L.8.3 shall be visible with any **separable battery pack** or **detachable battery pack** removed. Other markings on the tool may be visible after removal of a cover, if necessary.

Indications for switches and controls shall be placed on or in the vicinity of these components; they shall not be placed on parts which can be repositioned, or positioned in such a way that the marking is misleading.

Compliance is checked by inspection.

L.8.14.1.1 This subclause is applicable except as follows:

Item 5) Service, is replaced by the following:

5) Battery tool use and care

- a) **Recharge only with the charger specified by the manufacturer.** *A charger that is suitable for one type of battery pack may create a risk of fire when used with another battery pack.*
- b) **Use power tools only with specifically designated battery packs.** *Use of any other battery packs may create a risk of injury and fire.*
- c) **When battery pack is not in use, keep it away from other metal objects, like paper clips, coins, keys, nails, screws or other small metal objects, that can make a connection from one terminal to another.** *Shorting the battery terminals together may cause burns or a fire.*
- d) **Under abusive conditions, liquid may be ejected from the battery; avoid contact. If contact accidentally occurs, flush with water. If liquid contacts eyes, additionally seek medical help.** *Liquid ejected from the battery may cause irritation or burns.*
- e) **Do not use a battery pack or tool that is damaged or modified.** *Damaged or modified batteries may exhibit unpredictable behaviour resulting in fire, explosion or risk of injury.*
- f) **Do not expose a battery pack or tool to fire or excessive temperature.** *Exposure to fire or temperature above 130 °C may cause explosion.*

NOTE The temperature „130 °C“ can be replaced by the temperature „265 °F“.

- g) **Follow all charging instructions and do not charge the battery pack or tool outside the temperature range specified in the instructions.** *Charging improperly or at temperatures outside the specified range may damage the battery and increase the risk of fire.*

6) Service

- a) **Have your power tool serviced by a qualified repair person using only identical replacement parts.** *This will ensure that the safety of the power tool is maintained.*
- b) **Never service damaged battery packs.** *Service of battery packs should only be performed by the manufacturer or authorized service providers.*

L.8.14.2 This subclause is applicable except as follows:

Addition:

e) For battery tools:

- 1) Instructions regarding **battery** charging, information regarding ambient temperature range for tool and **battery** use and storage, and the recommended ambient temperature range for the charging system during charging;
- 2) For a **battery**-operated tool intended for use with a **detachable battery pack** or a **separable battery pack**: instructions indicating the appropriate **battery** packs for use, such as by a catalog number, series identification or the equivalent;
- 3) Instructions indicating the appropriate **charger** for use, such as by a catalog number, series identification or the equivalent.

NOTE In Europe (EN 62841-1), the following additional requirement applies:

for battery tools with **integral battery**: instruction, how the **integral battery** can be removed safely from the tool after the tool's end of life, and information about the type of **battery** such as Li-Ion, NiCd and NiMH

L.9 Protection against electric shock

NOTE The title of this clause differs from that of the main standard.

The requirements of 9.1 through 9.4 apply for all conditions along with the following addition:

Addition:

Tools covered by this annex and their **battery** packs shall be so constructed and enclosed that there is adequate protection against electric shock.

The clause of the standard applies to tools when they are connected to the mains or are supplied by a **non-isolated source**. During the evaluation in this condition, **battery** packs are to be connected to the tool in the normal fashion. The tool is also evaluated with the **battery** pack removed if such removal can be accomplished without the use of a tool.

L.9.201 For **battery** packs which may be disconnected from the tool and tools operated under **battery** power it shall not be possible to have two conductive, simultaneously **accessible parts** where the voltage between them is hazardous, unless they are provided with **protective impedance**.

In the case of **protective impedance**, the short circuit current between the parts shall not exceed 2 mA for d.c. or 0,7 mA peak for a.c. and there shall not be more than 0,1 μ F capacitance directly between the parts.

Compliance for accessibility is checked by applying the test probe B of IEC 61032:1997 to each conductive part.

The test probe B of IEC 61032:1997 is applied with a force not exceeding 5 N through openings to any depth that the test probe will permit, and it is rotated or angled before, during and after insertion to any position.

If the opening does not allow the entry of the probe, a rigid test probe with the dimensions of the test probe B of IEC 61032:1997, but without any articulation, is used, the force on the probe is increased to 20 N and the test with the articulated test probe B of IEC 61032:1997 repeated.

*Contact with the test probe is determined with all **detachable parts** removed and the battery tool operated in any possible position of **normal use**.*

*Lamps located behind detachable covers are not removed, providing the lamp may be de-energized by means of a user operable plug, **battery** disconnection or a switch.*

L.10 Starting

This clause only applies when the tool is in the configuration where it is directly connected to the mains or to a **non-isolated source**.

L.11 Input and current

This clause only applies when the tool is in the configuration where it is directly connected to the mains or to a **non-isolated source**. In the case of tools that can also charge the **battery** while performing their intended function, the test is conducted while charging a previously discharged **battery** pack.

L.12 Heating

This clause only applies when the tool is in the configuration where it is directly connected to the mains or to a **non-isolated source**. In the case of tools that can also charge the **battery** while performing their intended function, they are tested with the **charger** connected and are operated at no-load until the tool stops operating due to the **battery** being discharged or until thermal stabilization is achieved, whichever occurs first. The test is repeated, allowing the **battery** to charge while the tool is not operating.

L.12.201 Normal charging of lithium-ion systems

Charging a lithium-ion **battery** under normal conditions shall not exceed the **specified operating region for charging** of the cell.

Compliance is checked by the following tests.

*The **battery** is charged in accordance with the **charging system** instructions starting with a **fully discharged battery**. Testing is carried out at an ambient temperature of $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$ and*

- if the tool is recommended to be operated at a minimum temperature lower than $4 ^\circ\text{C}$, the test is also conducted at that minimum temperature ${}_{-5}^0 \text{ K}$;*
- if the tool is recommended to be operated at a maximum temperature greater than $40 ^\circ\text{C}$, the test is also conducted at that maximum temperature ${}_{-0}^{+5} \text{ K}$.*

*For all individual **cells**, the voltage, the temperature measured in accordance with L.5.205 and the charging current are monitored. In the case of parallel configurations, analysis may be used to avoid measuring the individual branch currents. The result shall not exceed their **specified operating region for charging** (e.g. limits of voltage and current dependant on the temperature).*

NOTE 1 The following is an example result of such analysis: the charging current for each branch of a parallel connection would not need to be monitored, if the maximum deliverable current of the **charger** did not exceed the **maximum charging current** of a single cell.

*For **batteries** employing series configurations, the test is repeated with a deliberately imbalanced **battery**. The imbalance is introduced into a **fully discharged battery** by charging one **cell** to approximately 50 % of full charge.*

*If it can be demonstrated through testing and/or design evaluation that an imbalance less than 50 % would actually occur in **normal use**, then this lower imbalance may be used.*

NOTE 2 Examples are those designs that employ circuitry intended for maintaining balance between **cells** in the **battery** pack. Systems with a small number of **cells** in series may be shown to exhibit limited imbalance in practice, if the product ceases to operate with a **battery** prepared with a smaller initial imbalance.

NOTE 3 An example for a testing is repeated charging and discharging a **battery** in accordance with the manufacturer's instructions until its capacity has decreased to 80 % of the rated capacity, using the imbalance at the end of the test.

L.13 Resistance to heat and fire

This clause is applicable except as follows:

L.13.1 Addition:

This subclause only applies when the tool is in the configuration where it is directly connected to the mains or to a **non-isolated source**.

In the case of tools that can charge the **battery** while performing their intended function, the **battery** pack shall be evaluated with the **charger** connected to the mains and with a **battery** in a condition that results in the most unfavourable temperatures.

In addition, tools capable of charging the **battery** and which may also be capable of performing its intended operation shall also be evaluated with **battery** power alone if this may create temperatures that are more unfavourable. For the purposes of L.13.1, a part that is energized only by a **battery** source is not to be considered live.

L.13.2 Addition:

*Non-metallic parts of a **detachable battery pack** or **separable battery pack** or non-metallic parts of a tool that contains an **integral battery** supporting connections that carry a current exceeding 0,2 A during charging and non-metallic parts within a distance of 3 mm of such connections, are subjected to the glow-wire test of IEC 60695-2-11:2000, which is carried out at 850 °C.*

However, the tests are not applicable to:

- parts supporting welded connections and parts within a distance of 3 mm of these connections;*
- parts supporting connections in low-power circuits described in Annex H and parts within a distance of 3 mm of these connections;*
- soldered connections on printed circuits boards and parts within a distance of 3 mm of these connections;*
- connections on small components on printed circuit boards, such as diodes, transistors, resistors, inductors, integrated circuits and capacitors, and parts within a distance of 3 mm of these connections.*

L.14 Moisture resistance

This clause only applies when the tool is in the configuration where it is directly connected to the mains or to a **non-isolated source**.

L.16 Overload protection of transformers and associated circuits

This clause only applies when the tool is in the configuration where it is directly connected to the mains or to a **non-isolated source**.

L.17 Endurance

This clause applies to tools capable of continuous operation when they are supplied directly from the mains or from a **non-isolated source**. Tools that are not capable of continuous operation shall be operated under **battery** power for the duration of the test but shall be evaluated for electric strength with their **charger** connected.

L.18 Abnormal operation

This clause, except L.18.8 and L.18.201 to L.18.204, only applies when the tool is in the configuration where it is directly connected to the mains or to a **non-isolated source**.

L.18.8 This subclause does not apply to lithium-ion **charging systems**, since they are covered by L.18.202.

L.18.201 All tools when operating only under **battery** power and their **battery** packs shall be so designed that the risk of **fire** or electric shock as a result of abnormal operation is obviated as far as is practical.

Compliance is checked by the following tests.

The abnormal conditions a) to f) below shall be applied.

*The battery tool, **battery** pack and the cords of d) and e), as appropriate, are placed on a soft wood surface covered by two layers of tissue paper; the sample is covered by one layer of untreated 100 % cotton medical gauze. For the tests b), c) and f), the tool is switched on and no additional mechanical load is applied. The test is conducted until failure or until the test sample returns to within 5 K of the ambient temperature or, if neither of these occurs, until at least 3 h has elapsed. A new sample may be used for each fault listed below. No **explosion** shall occur during or after the test. There shall be adequate protection against electric shock as defined in Clause L.9. No charring or burning of the gauze or tissue paper shall result. **Venting** of the **cells** is permitted.*

Charring is defined as a blackening of the gauze caused by combustion. Discolouration of the gauze caused by smoke is acceptable. The resistance for the short in items a), b), d), e) and f) shall not exceed 10 mΩ. Charring or igniting of the tissue paper or gauze from the shorting means is not considered a failure.

*Fuses, **thermal cut-outs**, **thermal links**, **temperature limiters**, electronic devices or any component(s) or conductor(s) that interrupt the discharge current may operate during the above tests. If these devices are relied upon to pass the test, the test is to be repeated two more times, using two additional samples, and shall open the circuit in the same manner, unless the test is otherwise satisfactorily completed. Alternatively, the test may be repeated with the open-circuited device bridged.*

*However, protective **electronic circuits** whose function is relied upon to pass a test shall be regarded as providing a **safety critical function** and comply with 18.8 with a PL = a. If a user adjustable **temperature limiter** operates, the test is conducted with the **temperature limiter** set to the most unfavourable setting and then repeated at this setting with two additional samples.*

- a) *Combinations of exposed terminals of a **detachable battery pack** are shorted so as to produce the worst result. **Battery** pack terminals that can be contacted using either test probe B of IEC 61032:1997 or test probe 13 of IEC 61032:1997 are considered exposed. The means of shorting shall be selected or positioned such that charring or ignition of the tissue paper or gauze is not influenced.*
- b) *The terminals of each motor are shorted one at a time.*

- c) *The rotor of each motor is locked one at a time.*
- d) *Any cord provided between the **separable battery pack** and the battery tool shall be shorted at the point likely to produce the most adverse effects.*
- e) *Any cord provided between the tool and the **charger** shall be shorted at the point likely to produce the most adverse effects.*
- f) *A short is introduced between any two uninsulated parts of opposite polarity not in accordance with the spacings given in L.28.201 unless this has been evaluated to 18.6. A circuit analysis may be used to determine where a short shall or shall not be applied. The test is not conducted on uninsulated parts that are encapsulated.*

L.18.202 Lithium-ion charging systems – abnormal conditions

This subclause applies only to lithium-ion **batteries**.

The **charging system** and **battery** of a lithium-ion system shall be so designed that the risk of **fire** and **explosion** as a result of abnormal operation during charging is obviated as far as is practical.

Compliance is checked by the following test.

*A sample containing the **battery** and the associated assemblies of the **charging system** are placed on a soft wood surface covered by two layers of tissue paper; the sample is covered by one layer of untreated 100 % cotton medical gauze. The **battery system** is operated as specified in L.8.14.2 e)1) with all of the categories of abnormal conditions listed below in a) to d).*

- a) *Components in the **charging system** are faulted as in 18.6.1 b) to f), one at a time, if the outcome of such a fault is uncertain based upon analysis. For each fault condition introduced, the state of the **battery** before charging is as follows:*
 - *a series configured **battery** shall have a deliberate imbalance. The imbalance is introduced into a **fully discharged battery** by charging one **cell** to approximately 50 % of full charge; or*
 - *if the test of L.12.201 is conducted with an imbalance of less than 50 %, a series configured **battery** shall have a deliberate imbalance as established in L.12.201; or*
 - *a single **cell** or parallel only configuration **battery** shall be **fully discharged**.*
- b) *If the test of L.12.201 is conducted with an imbalance of less than 50 % due to the function of circuit(s), and if a single fault of any component within that circuit(s) is shown to result in the loss of that function, then a series configured **battery** shall be charged with a deliberate imbalance. The imbalance is introduced into a **fully discharged battery** by charging one **cell** to approximately 50 % of full charge.*
- c) *For a **battery** with a series configuration, all **cells** are at approximately 50 % charge, except for one which is shorted. The **battery** is then charged.*
- d) *With a **fully charged battery** connected to the **charger**, a short is introduced to the **charging system** across a component or between adjacent PCB tracks at a location expected to produce the most unfavourable results to evaluate the effect of back-feed from the **battery**. For a **charger** with a cord that connects to the **battery**, the short shall be introduced at the point likely to produce the most adverse effects. The resistance of the short shall not exceed 10 mΩ.*

*During the tests, each **cell** voltage is continuously monitored to determine if it has exceeded the limit condition. **Venting** of the **cells** is permitted.*

The test is conducted until the sample under test experiences a failure, returns to within 5 K of the ambient temperature or, if neither of these, until at least 7 h or twice the normal charge period has elapsed, whichever is longer.

Tests are considered passed if all of the following are true:

- There has been no **explosion** during the test.
- No charring or burning of the gauze or tissue paper has resulted. Charring is defined as a blackening of the gauze caused by combustion. Discolouration of the gauze caused by smoke is acceptable. Charring or igniting of the tissue paper or gauze from the shorting means is not considered a failure.
- The **cells** shall not have exceeded the **upper limit charging voltage** by more than 150 mV or, if they have, then the **charging system** shall be permanently disabled from recharging the **battery**. To determine if recharging is disabled, the **battery** shall be discharged by using the tool tested (in the case of an integral system) or by using a new sample of the tool (in the case of a detachable **battery system**) to approximately 50 % charge, followed by an attempt to recharge the **battery** normally. There shall be no charging current after 10 min or after 25 % of the nominal capacity has been delivered, whichever occurs first.
- There shall be no evidence of damage to the **cell** vent to impair compliance with Subclause L.21.202.

L.18.203 Lithium-ion battery short circuit

This subclause applies only to lithium-ion **batteries**.

There shall be no risk of **fire** or **explosion** when the main discharge connections of a series configured **integral battery**, **detachable battery pack** or **separable battery pack** are shorted under conditions of extreme imbalance.

Compliance is checked by the following test.

The test is conducted with all the **cells** of the **battery fully charged** and one **cell fully discharged**.

A **detachable battery pack** or **separable battery pack** is placed on a soft wood surface covered by two layers of tissue paper and the sample is then covered by one layer of untreated 100 % cotton medical gauze.

A tool containing an **integral battery** is placed on a soft wood surface covered by two layers of tissue paper and the sample is then covered by one layer of untreated 100 % cotton medical gauze.

The main discharge connections of the **battery** are shorted with a resistance not to exceed 10 m Ω . The test is conducted until the test sample experiences a failure or until the test sample returns to within 5 K of the ambient temperature. There shall be no **explosion** during or after the test. As a result of the test, there shall be no charring or burning of the gauze or tissue paper. **Venting** of **cells** is acceptable.

Charring is defined as a blackening of the gauze caused by combustion. Discolouration of the gauze caused by smoke is acceptable. Charring or igniting of the tissue paper or gauze from the shorting means is not considered a failure.

Fuses, **thermal cut-outs**, **thermal links**, **temperature limiters**, electronic devices or any component(s) or conductor(s) that interrupt the discharge current may operate during the above tests. If these devices are relied upon to pass the test, the test is to be repeated two more times, using two additional samples, and shall open the circuit in the same manner, unless the test is otherwise satisfactorily completed. Alternatively, the test may be repeated with the open-circuited device bridged.

However, protective **electronic circuits** whose function is relied upon to pass a test shall be regarded as providing a **safety critical function** and comply with 18.8 with a PL = a. If a user

*adjustable **temperature limiter** operates, the test is conducted with the **temperature limiter** set to the most unfavourable setting and then repeated at this setting with two additional samples.*

L.18.204 Batteries other than lithium-ion – overcharging

Batteries comprised of **cells** other than the lithium-ion type shall withstand abusive overcharging without risk of **fire** or **explosion**.

Compliance is checked by the following test.

*The **battery** is placed on a soft wood surface covered by two layers of tissue paper and the sample is then covered by one layer of untreated 100 % cotton medical gauze and charged at a rate of 10 times the **C₅ rate** for the **battery** for 1,25 h. There shall be no **explosion** and no charring or burning of the gauze or tissue paper. Charring is defined as a blackening of the gauze caused by combustion. Discolouration of the gauze caused by smoke is acceptable. **Venting** of the **cells** is acceptable.*

L.19 Mechanical hazards

L.19.201 It shall not be possible to install a **detachable battery pack** or a **separable battery pack** in reverse polarity.

Compliance is checked by inspection.

L.19.202 Lithium-ion enclosure pressure test

This subclause applies only to lithium-ion **batteries**.

An enclosure for lithium-ion **batteries** shall be designed such that it will safely release gasses that may be generated as a result of **venting**.

Compliance is checked by measurement in the case of a) or by the test of b):

- a) *the total area of the openings in the enclosure allowing gasses to pass without obstruction shall be equal to or greater than 20 mm²; or*
- b) *the enclosure shall be tested as follows.
A total of 21 ml ± 10 % of air shall be delivered at an initial pressure of 2 070 kPa ± 10 % through a (2,87 ± 0,05) mm diameter orifice to the enclosure of a tool with **integral battery** or the enclosure of a **detachable battery pack** or **separable battery pack**. The pressure within the enclosure shall drop below 70 kPa in 30 s. There shall be no rupturing that would cause the enclosure to fail to meet the requirements of this standard. An additional volume, not to exceed 3 ml, is allowed to be added to the enclosure volume as may be required for test fittings.*

L.20 Mechanical strength

This clause, except L.20.201 and L.20.202, only applies when the tool is in the configuration where it is directly connected to the mains or to a **non-isolated source**.

L.20.201 With the **battery** connected, battery tools and **battery** packs shall have adequate mechanical strength, and shall be so constructed that they withstand rough handling that may be expected.

Compliance is checked by the tests of 20.2 and L.20.202.

Following the test, the battery tool and **battery** pack shall not catch **fire** or explode and shall meet the requirements of Clauses L.9, L.19, L.28.1 and either L.18.201 f) or L.28.201.

In addition, the following applies for lithium-ion **batteries** after the test of L.20.202:

- the open circuit voltage of the **battery** shall not be less than 90 % of the voltage measured immediately prior to the test;
- the **battery** shall demonstrate normal discharging and recharging after the test;
- there shall be no damage to the **cell** vent that impairs compliance with L.21.202.

L.20.202 For hand-held battery tools, L.20.202.1 applies. For transportable battery tools, L.20.202.2 applies.

L.20.202.1 A hand-held battery tool with any **detachable battery pack** attached, shall withstand being dropped three times on a concrete surface from a height of 1 m. For these three drops, the sample is tested in the three most unfavourable positions the lowest point of the tool being 1 m above the concrete surface. For the test, separable **accessories** are not mounted.

For battery tools with **detachable battery packs**, the test is repeated three more times without the **battery** pack attached to the tool. New samples may be used for each series of three drops. For the test, separable **accessories** are not mounted.

In addition for **detachable battery packs** or **separable battery packs** the test is repeated three more times on the **battery** packs separately.

If **attachments** are provided as specified and mounted in accordance with 8.14.2, the test is repeated with each **attachment** or combination of **attachments** mounted to a separate tool sample with a **detachable battery pack** or **separable battery pack** installed.

L.20.202.2 A **battery-operated transportable tool** with any **detachable battery pack** attached, placed in its normal operating position, is impacted with a smooth steel sphere having a diameter of (50 ± 2) mm and weighing $(0,55 \pm 0,03)$ kg. If a part of the tool can be impacted from above, the sphere is dropped from a rest position to strike the component. Otherwise, the sphere is suspended by a cord and is allowed to fall from a rest position as a pendulum to strike the area of the tool to be tested. In either case, the vertical travel of the sphere is $(1,3 \pm 0,1)$ m.

A **guard** that becomes disassembled is acceptable, if it can be reassembled readily to function properly.

Deformation of a **guard** or other part is acceptable, if the part can be readily restored to its original shape.

Damage to the tool or a portion of the drive system, other than a **guard** is acceptable, if the tool is incapable of **normal operation**.

In addition for **detachable battery packs** or **separable battery packs** with a mass greater than or equal to 3 kg the test is repeated on the **battery** packs separately.

In addition for **detachable battery packs** or **separable battery packs** with a mass less than 3 kg, the **battery** pack shall withstand being dropped three times on a concrete surface from a height of 1 m. The sample shall be positioned to vary the point of impact.

L.21 Construction

This clause, except L.21.201 and L.21.202, only applies when the tool is in the configuration where it is directly connected to the mains or to a **non-isolated source**.

L.21.201 Tools shall not readily accept **general purpose batteries** (either primary or rechargeable) as an energy source for their primary function.

Compliance is checked by inspection.

L.21.202 Vents of lithium-ion **cells** shall not be obstructed in such a way as to defeat their operation if **venting** is relied upon for safety.

*Compliance is checked by inspection or, if in doubt, by inspecting the **cells** after conclusion of the abnormal tests of L.18.201 a), b) and c) to ensure that **cells** have not vented by any means other than through the **cell vent**.*

L.21.203 User accessible interfaces between elements of a lithium-ion **battery system** shall not employ connectors of the following types:

- standard mains inlet connectors, except for mains supply connections;
- barrel connectors with outside diameters of 6,5 mm or less;
- phone plugs with a diameter of 3,5 mm or less.

Compliance is checked by inspection.

L.22 Internal wiring

This clause only applies when the tool is in the configuration where it is directly connected to the mains or to a **non-isolated source**.

L.23 Components

L.23.1.10 This subclause applies only to **power switches** of tools capable of performing their intended operation when connected to the mains or to a **non-isolated source**.

L.23.1.10.201 Power switches, other than those of tools described in L.23.1.10, shall have adequate breaking capacity.

*Compliance is checked by subjecting a switch to 50 operation cycles of making and breaking the locked output mechanism current of the **fully charged** battery-operated tool, each “on” period having a duration of not more than 0,5 s and each “off” period having a duration of at least 10 s.*

*After this test the **power switch** shall have no electrical or mechanical failure. If the switch operates properly in the “on” and “off” positions at the end of the test, it is considered to have no mechanical or electrical failure.*

L.23.1.10.202 Power switches, other than those of tools described in L.23.1.10, shall withstand, without excessive wear or other harmful effect, the mechanical, electrical, and thermal stresses occurring in the tool.

*Compliance is checked by subjecting a switch to 6 000 cycles of operation making and breaking the current encountered in the **fully charged** battery tool operated at no-load. The switch is operated at a uniform rate of 30 operations per minute. During the test the switch*

*shall operate correctly. After this test, the **power switch** shall have no electrical or mechanical failure. If the switch operates properly in the “on” and “off” positions at the end of the test, it is considered to have no mechanical or electrical failure.*

L.23.201 Cells employed in tools or cells employed in **battery** packs shall comply with IEC 62133.

NOTE The above requirement for testing according to IEC 62133 does not include the **battery** pack itself.

L.23.202 Rechargeable **cells** employed in tools or in **battery** packs shall not be of lithium-metal type.

Compliance is checked by inspection.

NOTE Lithium-ion **cells** are not lithium metal **cells**.

L.24 Supply connection and external flexible cords

L.24.1 This subclause also applies to a flexible cord between a **non-isolated source** and the tool.

L.24.3 This subclause also applies to a flexible cord between a **non-isolated source** and the tool.

L.24.4 This subclause applies, except a flexible cord provided between a **non-isolated source** and the tool shall not be provided with a plug that can be connected directly to the mains.

L.24.5 This subclause does not apply to a flexible cord provided between a **non-isolated source** and the tool.

L.24.20 This subclause applies, except a flexible cord provided between a **non-isolated source** and the tool shall not be provided with an appliance inlet that can be connected directly to the mains.

L.24.201 For battery tools with **separable battery packs**, the external flexible cable or cord shall have anchorages such that the conductors are relieved from strain, including twisting, where they are connected within the tool, and protected from abrasion.

Compliance is checked by inspection.

L.25 Terminals for external conductors

This clause does not apply to **interconnection cords**.

L.26 Provision for earthing

This clause only applies when the tool is in the configuration where it is directly connected to the mains or to a **non-isolated source**.

L.28 Creepage distances, clearances and distances through insulation

This clause is applicable except as follows:

L.28.1 Addition:

This subclause only applies when the tool is in the configuration where it is directly connected to the mains or to a **non-isolated source**. During the evaluation in this condition, **battery** packs are to be connected to the tool. The tool is also evaluated with the **battery** pack removed if such removal can be accomplished without the use of a tool.

Between parts of opposite polarity that are live during charging, the **creepage distances** and **clearances** of IEC 60335-1:2010 shall apply, if they are greater than the values in Table 12.

L.28.201 Creepage distances and clearances shall not be less than values in millimetres shown in Table L.1. The **clearances** specified do not apply to the air gap between the contacts of thermal controls, overload protection devices, switches of micro-gap construction, and the like, or to the air gap between the current-carrying members of such devices where the **clearances** vary with the movement of the contacts. **Creepage distances and clearances** also do not apply to the construction of **battery cells** or the interconnections between **cells** in a **battery** pack. The values specified in Table L.1 do not apply to cross-over points of motor windings.

The values in Table L.1 are equal or larger than the values required by IEC 60664-1, when

- an overvoltage category II;
- a material group III;
- a pollution degree 1 for parts protected against deposition of dirt and for lacquered or enamelled windings;
- a pollution degree 3 for other parts;
- inhomogeneous electric field

are applied.

For parts of different polarity, **clearance** and **creepage distances** less than those given in Table L.1 are acceptable if the shorting of the two parts does not result in the tool starting.

NOTE 1 The risk of fire due to spacings below the required values is covered by the requirements of 18.1.

**Table L.1 – Minimum creepage distances and clearances
between parts of opposite polarity**

Dimensions in millimetres

Working voltage ≤ 15 V		Working voltage > 15 V and ≤ 32 V		Working voltage > 32 V	
Creepage distance	Clearance	Creepage distance	Clearance	Creepage distance	Clearance
0,8 ^a	0,8	1,5	1,5	2,0 ^a	1,5
^a These creepage distances are slightly lower than suggested by IEC 60664-1. Creepage distances between live parts of different polarity (functional insulation) are only associated to fire hazard, not to electric shock hazard. As products in the scope of IEC 62841 are products supervised during normal use , lower distances are justified.					

For parts having a **hazardous voltage** between them, the sum total of the measured distances between each of these parts and their nearest accessible surface shall not be less than 1,5 mm **clearance** and 2,0 mm **creepage distance**.

NOTE 2 Figure L.1 provides clarification on the measurement method.

Compliance is checked by measurement.

The way in which **creepage distances** and **clearances** are measured is indicated in Annex A.

Distances through slots or openings in external parts of insulating material are measured to metal foil in contact with the accessible surface; the foil is pushed into corners and the like by means of the test probe B of IEC 61032:1997, but is not pressed into openings.

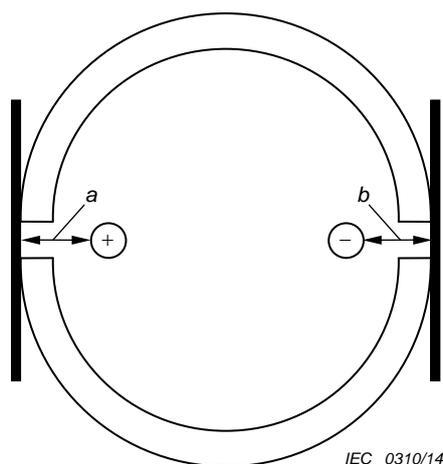
The sum total of distances measured between parts operating at **hazardous voltage** and accessible surfaces is determined by measuring the distance from each part to the accessible surface. The distances are to be added together to determine the sum total. See Figure L.1. For the purpose of this determination, one of the distances shall be 1,0 mm or greater. See Annex A, cases 1 to 10.

If necessary, a force is applied to any point on bare conductors and to the outside of metal enclosures, in an endeavour to reduce the **creepage distances** and **clearances** while taking the measurements.

The force is applied by means of the test probe B of IEC 61032:1997 and has a value of:

- 2 N for bare conductors;
- 30 N for enclosures.

Means provided for fixing the tool to a support are considered to be accessible.



Dimension a = distance from positive bare conductive part to the external surface as defined by foil stretched across the openings.

Dimension b = distance from negative bare conductive part to the external surface as defined by foil stretched across the openings.

$a + b$ is the sum total as defined in L.28.201.

Figure L.1 – Measurement of clearances

Bibliography

IEC 60127-3, *Miniature fuses – Part 3: Sub-miniature fuse-links*

IEC 60204 (all parts), *Safety of machinery – Electrical equipment of machines*

IEC 60335 (all parts), *Household and similar electrical appliances – Safety*

IEC 60335-2-29, *Household and similar electrical appliances – Safety – Part 2-29: Particular requirements for battery chargers*

IEC 60335-2-45, *Household and similar electrical appliances – Safety – Part 2-45: Particular requirements for portable heating tools and similar appliances*

IEC 60601 (all parts), *Medical electrical equipment*

IEC 60664-3, *Insulation coordination for equipment within low-voltage systems – Part 3: Use of coating, potting or moulding for protection against pollution*

IEC 62281, *Safety of primary and secondary lithium cells and batteries during transport*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	170
INTRODUCTION.....	173
1 Domaine d'application.....	174
2 Références normatives	175
3 Termes et définitions	180
4 Exigences générales.....	187
5 Conditions générales d'essai.....	187
6 Rayonnement, toxicité et dangers analogues.....	190
7 Classification	191
8 Marquage et indications	191
9 Protection contre l'accès aux parties actives	203
10 Démarrage	205
11 Puissance et courant	205
12 Échauffements.....	206
13 Résistance à la chaleur et au feu	210
14 Résistance à l'humidité	212
15 Protection contre la rouille.....	214
16 Protection contre la surcharge des transformateurs et des circuits associés	215
17 Endurance	216
18 Fonctionnement anormal.....	217
19 Dangers mécaniques	225
20 Résistance mécanique.....	227
21 Construction	229
22 Conducteurs internes.....	240
23 Composants	242
24 Raccordement au réseau et câbles souples extérieurs	247
25 Bornes pour conducteurs externes	253
26 Dispositions de mise à la terre	256
27 Vis et connexions.....	258
28 Lignes de fuite, distances d'isolement et distances à travers l'isolation	261
Annexe A (normative) Mesure des lignes de fuite et des distances d'isolement	269
Annexe B (normative) Moteurs non isolés du réseau et possédant une isolation principale non conçue pour la tension assignée de l'outil	274
Annexe C (normative) Courant de fuite.....	276
Annexe D (normative) Rigidité diélectrique	280
Annexe E (informative) Méthodes d'application de l'ISO 13849-1 aux outils électriques.....	282
Annexe F (informative) Règles pour les essais individuels de série.....	284
Annexe G Vide.....	286
Annexe H (normative) Détermination d'un circuit à basse puissance	287
Annexe I (informative) Mesure des émissions acoustique et de vibration.....	288
Annexe J Vide.....	303
Annexe K (normative) Outils fonctionnant sur batteries et blocs de batteries	304

Annexe L (normative) Outils fonctionnant sur batteries et blocs de batteries équipés d'une connexion avec le réseau ou avec des sources non isolées.....	325
Bibliographie	345
Figure 1 – Angle d'essai.....	266
Figure 2 – Appareillage pour l'essai de flexion	267
Figure 3 – Essai de surcharge d'un induit de classe II.....	268
Figure A.2 – Distance pour nervure et joint non collé avec encoche	271
Figure A.3 – Distance pour joint non collé et encoche à flancs divergents	272
Figure A.4 – Distance entre paroi et vis	273
Figure B.1 – Simulation de conditions de défaut	275
Figure C.1 – Schéma pour la mesure du courant de fuite pour connexion monophasée et triphasée des outils adaptés à l'alimentation monophasée	278
Figure C.2 – Schéma pour la mesure du courant de fuite pour les connexions triphasées	279
Figure C.3 – Circuit de l'appareil de mesure du courant de fuite.....	279
Figure H.1 – Exemple de circuit électronique avec des points à basse puissance.....	287
Figure I.1 – Banc d'essai.....	301
Figure I.2 – Positions d'un outil électrique portatif et des microphones sur la surface de mesure hémisphérique / cylindrique.....	301
Figure I.3 – Positions des microphones sur une surface de mesure cubique	302
Figure I.4 – Directions de la mesure de vibration	302
Figure K.1 – Mesure des distances d'isolement	324
Figure L.1 – Mesure des distances d'isolement.....	344
Tableau 1 – Échauffements normaux maximaux (1 de 2).....	208
Tableau 2 – Échauffements maximaux de la surface extérieure	210
Tableau 3 – Température maximale des enroulements	218
Tableau 4 – Niveaux de performance exigés	224
Tableau 5 – Énergies d'impact	228
Tableau 6 – Couples d'essai.....	229
Tableau 7 – Force de la gâchette de l'interrupteur	234
Tableau 8 – Section minimale et tailles AWG des câbles d'alimentation.....	249
Tableau 9 – Force de traction et couple de torsion.....	251
Tableau 10 – Bornes à connexion rapide pour conducteurs de mise à la terre.....	256
Tableau 11 – Couple pour l'essai des vis et des écrous	259
Tableau 12 – Lignes de fuite et distances d'isolement minimales	262
Tableau D.1 – Tensions d'essai.....	280
Tableau F.1 – Tensions d'essai pour essai de rigidité diélectrique	285
Tableau K.1 – Lignes de fuite et distances d'isolement minimales entre parties de polarité opposée	323
Tableau L.1 – Lignes de fuite et distances d'isolement minimales entre parties de polarité opposée	343

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

OUTILS ÉLECTROPORTATIFS À MOTEUR, OUTILS PORTABLES ET MACHINES POUR JARDINS ET PELOUSES – SÉCURITÉ –

Partie 1: Règles générales

AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, la CEI – entre autres activités – publie des Normes internationales, des Spécifications techniques, des Rapports techniques, des Spécifications accessibles au public (PAS) et des Guides (ci-après dénommés "Publication(s) de la CEI"). Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec la CEI, participent également aux travaux. La CEI collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de la CEI concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de la CEI intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de la CEI se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de la CEI. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que la CEI s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; la CEI ne peut pas être tenue responsable de l'éventuelle mauvaise utilisation ou interprétation qui en est faite par un quelconque utilisateur final.
- 4) Dans le but d'encourager l'uniformité internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de la CEI dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de la CEI et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) La CEI elle-même ne fournit aucune attestation de conformité. Des organismes de certification indépendants fournissent des services d'évaluation de conformité et, dans certains secteurs, accèdent aux marques de conformité de la CEI. La CEI n'est responsable d'aucun des services effectués par les organismes de certification indépendants.
- 6) Tous les utilisateurs doivent s'assurer qu'ils sont en possession de la dernière édition de cette publication.
- 7) Aucune responsabilité ne doit être imputée à la CEI, à ses administrateurs, employés, auxiliaires ou mandataires, y compris ses experts particuliers et les membres de ses comités d'études et des Comités nationaux de la CEI, pour tout préjudice causé en cas de dommages corporels et matériels, ou de tout autre dommage de quelque nature que ce soit, directe ou indirecte, ou pour supporter les coûts (y compris les frais de justice) et les dépenses découlant de la publication ou de l'utilisation de cette Publication de la CEI ou de toute autre Publication de la CEI, ou au crédit qui lui est accordé.
- 8) L'attention est attirée sur les références normatives citées dans cette publication. L'utilisation de publications référencées est obligatoire pour une application correcte de la présente publication.
- 9) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Publication de la CEI peuvent faire l'objet de droits de brevet. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de brevets et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale CEI 62841-1 a été établie par le comité d'études 116 de la CEI: Sécurité des outils électroportatifs à moteur.

La présente norme est prévue pour annuler et remplacer la quatrième édition de la CEI 60745-1, publiée en 2006, la première édition de la CEI 61029-1, publiée en 1990, et la cinquième édition de la CEI 60335-1, publiée en 2010, uniquement en ce qui concerne les exigences ayant trait aux machines pour jardins et pelouses. Les dernières publications restent valides jusqu'à ce qu'elles soient retirées. La présente norme constitue une révision technique.

Cette édition inclut les modifications techniques majeures suivantes par rapport à la quatrième édition de la CEI 60745-1:

- ajout ou modification d'exigences dans plusieurs articles, afin d'inclure les exigences relatives aux outils portables et aux machines pour jardins et pelouses (auparavant couverts par la CEI 61029-1 et la CEI 60335-1);
- les essais de courant de fuite et de rigidité diélectrique ont été déplacés des Articles 13 et 15 aux Annexes C et D;
- les Articles 29, 30 et 31 ont été renumérotés Articles 6, 13 et 15;
- ajout à l'Article 18 des exigences relatives aux **fonctions électroniques critiques pour la sécurité**;
- les exigences relatives aux interrupteurs ont été révisées et déplacées de l'Annexe I à l'Article 23;
- les Articles 9, 19 et 13 ont été clarifiés en ce qui concerne les matériaux doux (élastomères);
- le doigt d'épreuve de la Figure 1 de la CEI 60745-1 et la sonde d'essai de la Figure 2 de la CEI 60745-1 ont été remplacés par des références aux normes de base de la CEI;
- ajout des exigences relatives aux systèmes de batterie Li-Ion aux Annexes K et L;
- suppression de l'Annexe M.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
116/156/FDIS	116/163/RVD

Le rapport de vote indiqué dans le tableau ci-dessus donne toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cette norme.

Cette publication a été rédigée selon les Directives ISO/CEI, Partie 2.

Cette Partie 1 est à utiliser conjointement avec les parties appropriées de la CEI 62841-2, de la CEI 62841-3 ou de la CEI 62841-4, qui comporte les articles complétant ou modifiant les articles correspondants de la Partie 1, afin d'établir les exigences applicables à chaque type de produit.

NOTE 1 Dans la présente Norme, les caractères d'imprimerie suivants sont utilisés:

- exigences: caractères romains
- modalités d'essai: caractères italiques
- Notes: petits caractères romains

Les mots en **gras** dans le corps du texte sont définis à l'Article 3. Lorsqu'une définition porte sur un adjectif, l'adjectif et le substantif qui lui est associé sont tous deux en gras.

NOTE 2 Aux Annexes B, K et L, les paragraphes qui sont complémentaires à ceux du corps du texte sont numérotés à partir de 201.

Une liste de toutes les parties de la série CEI 62841, publiées sous le titre général: *Outils électroportatifs à moteur, outils portables et machines pour jardins et pelouses – Sécurité*, peut être consultée sur le site web de la CEI.

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de la CEI sous "<http://webstore.iec.ch>" dans les données relatives à la publication recherchée. A cette date, la publication sera

- reconduite,
- supprimée,
- remplacée par une édition révisée, ou
- amendée.

NOTE 3 L'attention des Comités Nationaux est attirée sur le fait que les fabricants d'appareils et les organismes d'essai peuvent avoir besoin d'une période transitoire après la publication d'une nouvelle publication CEI, ou d'une publication amendée ou révisée, pour fabriquer des produits conformes aux nouvelles exigences et pour adapter leurs équipements aux nouveaux essais ou aux essais révisés.

Le comité recommande que le contenu de cette publication soit entériné au niveau national au plus tôt 36 mois après la date de publication.

INTRODUCTION

Certains pays peuvent souhaiter reconsidérer l'application de cette Partie 1 de la CEI 62841, pour autant que cela soit raisonnable, aux outils qui ne sont pas mentionnés dans une partie de la CEI 62841-2, de la CEI 62841-3 ou de la CEI 62841-4 et aux outils qui sont conçus selon des principes fondamentalement nouveaux.

Les normes relatives aux **outils portatifs, aux outils portables et aux machines pour jardins et pelouses**, mais traitant d'autres aspects que la sécurité, sont par exemple:

- les normes relatives aux aspects CEM;
- les normes relatives aux aspects environnementaux.

OUTILS ÉLECTROPORTATIFS À MOTEUR, OUTILS PORTABLES ET MACHINES POUR JARDINS ET PELOUSES – SÉCURITÉ –

Partie 1: Règles générales

1 Domaine d'application

La présente Norme internationale traite de la sécurité des:

- **outils portatifs** (CEI 62841-2) électroportatifs à moteur ou à entraînement magnétique;
- **outils portables** (CEI 62841-3) électroportatifs à moteur ou à entraînement magnétique;
- **machines pour jardins et pelouses** (CEI 62841-4) électroportatifs à moteur ou à entraînement magnétique.

Les catégories énumérées ci-dessus sont appelées ci-après "outils" ou "machines".

La **tension assignée** est inférieure à 250 V pour les outils à courant monophasé alternatif ou continu, et inférieure à 480 V pour les outils à courant alternatif triphasé. La **tension assignée** est inférieure à 3 700 W.

Les limites d'application de la présente Norme aux outils fonctionnant sur batterie sont indiquées en K.1 et L.1.

La présente Norme traite des dangers présentés par les outils, encourus par tous les individus dans l'**utilisation normale** et dans l'utilisation impropre raisonnablement prévisible de ces outils.

Les outils comportant des éléments chauffants électriques entrent dans le domaine d'application de la présente Norme.

Des exigences relatives aux moteurs non isolés du réseau et dont l'**isolation principale** n'est pas conçue pour la **tension assignée** de l'outil sont données à l'Annexe B. Les exigences relatives aux outils à moteur alimentés par des batteries rechargeables ou à entraînement magnétique et aux blocs de batteries utilisés pour de tels outils sont fournies dans l'Annexe K. Les exigences relatives à de tels outils qui fonctionnent et/ou qui sont chargés également directement par le secteur ou par une source non isolée sont fournies dans l'Annexe L.

Les outils électroportatifs, qui peuvent être montés sur un support de travail pour être utilisés comme outils installés à poste fixe sans aucune modification de l'outil lui-même, sont compris dans le domaine d'application de la présente Norme et la combinaison d'un **outil portatif** et d'un support est considérée comme un **outil portable**, donc couvert par la Partie 3 applicable.

La présente Norme ne s'applique pas:

- aux outils destinés à être utilisés en présence d'une atmosphère explosive (poussière, vapeur ou gaz);
- aux outils utilisés pour préparer et traiter la nourriture;
- aux outils destinés à des usages médicaux;

NOTE 1 La série CEI 60601 traite de différents outils destinés à des usages médicaux.

- aux outils destinés à être utilisés avec des produits cosmétiques ou pharmaceutiques;

- aux outils chauffants;

NOTE 2 La CEI 60335-2-45 traite de différents outils chauffants.

- aux appareils électro-domestiques à moteur électrique et analogues;

NOTE 3 La série CEI 60335 traite de différents appareils électro-domestiques à moteur électrique et analogues.

- aux appareils électriques destinés aux machines-outils industrielles;

NOTE 4 La série CEI 60204 traite de la sécurité électrique des machines.

- aux outils d'établi fonctionnant sur transformateur à basse tension de petite taille, destinés à la fabrication de maquettes, par exemple la fabrication de maquettes d'avions ou de voitures radiocommandés, etc.

NOTE 5 Aux États-Unis, les conditions suivantes s'appliquent:

La présente Norme traite des outils utilisés dans des emplacements non dangereux, conformément à la norme National Electrical Code, NFPA 70.

NOTE 6 Au Canada, les conditions suivantes s'appliquent:

La présente Norme traite des outils utilisés dans des emplacements non dangereux, conformément aux normes Canadian Electric Code, Part 1, CSA C22.1, et General Requirements – Canadian Electrical Code, Part II, CAN/CSA-C22.2 No. 0.

2 Références normatives

Les documents suivants sont cités en référence de manière normative, en intégralité ou en partie, dans le présent document et sont indispensables pour son application. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

CEI 60061, *Culots de lampes et douilles ainsi que calibres pour le contrôle de l'interchangeabilité et de la sécurité*, disponible à l'adresse <http://std.iec.ch/iec60061>

CEI 60065:2001, *Appareils audio, vidéo et appareils électroniques analogues – Exigences de sécurité*¹

Amendement 2:2010

Amendement 1:2005

CEI 60068-2-75:1997, *Essais d'environnement – Partie 2-75: Essais – Essai Eh: Essais aux marteaux*

CEI/TR 60083, *Prises de courant pour usages domestiques et analogues normalisées par les pays membres de la CEI*

CEI 60085:2007, *Isolation électrique – Evaluation et désignation thermiques*

CEI 60127 (toutes les parties), *Coupe-circuit miniatures*

CEI 60227 (toutes les parties), *Conducteurs et câbles isolés au polychlorure de vinyle, de tension nominale au plus égale à 450/750 V*

CEI 60238, *Douilles à vis Edison pour lampes*

CEI 60245 (toutes les parties), *Conducteurs et câbles isolés au caoutchouc – Tension assignée au plus égale à 450/750 V*

¹ Il existe une version consolidée (Edition 7.2:2011) comprenant la CEI 60065:2001 et son Amendement 1 (2005) et Amendement 2 (2010).

CEI 60252-1, *Condensateurs des moteurs à courant alternatif – Partie 1: Généralités – Caractéristiques fonctionnelles, essais et valeurs assignées – Règles de sécurité – Lignes directrices pour l'installation et l'utilisation*

CEI 60320 (toutes les parties), *Connecteurs pour usages domestiques et usages généraux analogues*

CEI 60320-1, *Connecteurs pour usages domestiques et usages généraux analogues – Partie 1: Prescriptions générales*

CEI 60335-1:2010, *Appareils électrodomestiques et analogues – Sécurité – Partie 1: Exigences générales*

CEI 60384-14, *Condensateurs fixes utilisés dans les équipements électroniques – Partie 14: Spécification intermédiaire – Condensateurs fixes d'antiparasitage et raccordement à l'alimentation*

CEI 60417, *Symboles graphiques utilisables sur le matériel*, disponible à l'adresse [http://www.graphical-symbols.info/graphical-symbols/equipment/db1.nsf/\\$enHome?OpenForm](http://www.graphical-symbols.info/graphical-symbols/equipment/db1.nsf/$enHome?OpenForm)

CEI 60529:1989, *Degrés de protection procurés par les enveloppes (Code IP)²*
Amendement 1:1999
Amendement 2:2013

CEI 60664-1, *Coordination de l'isolement des matériels dans les systèmes (réseaux) à basse tension – Partie 1: Principes, exigences et essais*

CEI 60695-2-11:2000, *Essais relatifs aux risques du feu – Partie 2-11: Essais au fil incandescent/chauffant – Méthode d'essai d'inflammabilité pour produits finis*

CEI 60695-2-13:2010, *Essais relatifs aux risques du feu – Partie 2-13: Essais au fil incandescent/chauffant – Méthode d'essai de température d'allumabilité au fil incandescent (GWIT) pour matériaux*

CEI 60695-10-2:2003, *Essais relatifs aux risques du feu – Partie 10-2: Chaleurs anormales – Essai à la bille*

CEI 60695-11-10:2013, *Essais relatifs aux risques du feu – Partie 11-10: Flammes d'essai – Méthodes d'essai horizontal et vertical à la flamme de 50 W*

CEI 60730-1:2010, *Dispositifs de commande électrique automatiques à usage domestique et analogue – Partie 1: Règles générales*

CEI 60825-1:2007, *Sécurité des appareils à laser – Partie 1: Classification des matériels et exigences*

CEI 60884 (toutes les parties), *Prises de courant pour usages domestiques et analogues*

CEI 60906-1, *Système CEI de prises de courant pour usages domestiques et analogues – Partie 1: Prises de courant 16 A 250 V c.a.*

CEI 60990:1999, *Méthodes de mesure du courant de contact et du courant dans le conducteur de protection*

² Il existe une version consolidée (Edition 2.2:2013) comprenant la CEI 60529:1989 et son Amendement 1 (1999) et Amendement 2 (2013).

CEI 60998-2-1, *Dispositifs de connexion pour circuits basse tension pour usage domestique et analogue – Partie 2-1: Règles particulières pour dispositifs de connexion en tant que parties séparées avec organes de serrage à vis*

CEI 60998-2-2, *Dispositifs de connexion pour circuits basse tension pour usage domestique et analogue – Partie 2-2: Règles particulières pour dispositifs de connexion en tant que parties séparées avec organes de serrage sans vis*

CEI 60999-1:1999, *Dispositifs de connexion – Conducteurs électriques en cuivre – Prescriptions de sécurité pour organes de serrage à vis et sans vis – Partie 1: Prescriptions générales et particulières pour les organes de serrage pour les conducteurs de 0,2 mm² à 35 mm² (inclus)*

CEI 61000-4-2:2008, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-2: Techniques d'essai et de mesure – Essai d'immunité aux décharges électrostatiques*

CEI 61000-4-3:2006, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-3 : Techniques d'essai et de mesure – Essai d'immunité aux champs électromagnétiques rayonnés aux fréquences radioélectriques³*

Amendement 1:2007

Amendement 2:2010

CEI 61000-4-4:2012, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-4: Techniques d'essai et de mesure – Essais d'immunité aux transitoires électriques rapides en salves*

CEI 61000-4-5:2005, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-5: Techniques d'essai et de mesure – Essai d'immunité aux ondes de choc*

CEI 61000-4-6:2008, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-6: Techniques d'essai et de mesure – Immunité aux perturbations conduites, induites par les champs radioélectriques*

CEI 61000-4-11:2004, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-11: Techniques d'essai et de mesure – Essais d'immunité aux creux de tension, coupures brèves et variations de tension*

CEI 61032:1997, *Protection des personnes et des matériels par les enveloppes – Calibres d'essai pour la vérification*

CEI 61056-1, *Batteries d'accumulateurs au plomb-acide pour usage général (types à soupapes) – Partie 1: Prescriptions générales et caractéristiques fonctionnelles – Méthodes d'essai*

CEI 61058-1:2000, *Interrupteurs pour appareils – Partie 1: Règles générales⁴*

Amendement 1:2001

Amendement 2:2007

CEI 61210, *Dispositifs de connexion – Bornes plates à connexion rapide pour conducteurs électriques en cuivre – Exigences de sécurité*

³ Il existe une version consolidée (Edition 3.2:2010) comprenant la CEI 61000-4-3:2006 et son Amendement 1 (2007) et Amendement 2 (2010).

⁴ Il existe une version consolidée (Edition 3.2:2008) comprenant la CEI 61058:2000 et son Amendement 1 (2001) et Amendement 2 (2007).

CEI 61540:1997, *Petit appareillage – Dispositifs différentiels mobiles sans dispositif de protection contre les surintensités incorporé pour usages domestiques et analogues (PCDM)*⁵
Amendement 1:1998

CEI 61558-1, *Sécurité des transformateurs, alimentations, bobines d'inductance et produits analogues – Partie 1: Exigences générales et essais*

CEI 61558-2-4, *Sécurité des transformateurs, bobines d'inductance, blocs d'alimentation et produits analogues pour des tensions d'alimentation jusqu'à 1 100 V – Partie 2-4: Règles particulières et essais pour les transformateurs de séparation des circuits et les blocs d'alimentation incorporant des transformateurs de séparation des circuits*

CEI 61558-2-6, *Sécurité des transformateurs, bobines d'inductance, blocs d'alimentation et produits analogues pour des tensions d'alimentation jusqu'à 1 100 V – Partie 2-6: Règles particulières et essais pour les transformateurs de sécurité et les blocs d'alimentation incorporant des transformateurs de sécurité*

CEI 61558-2-16, *Sécurité des transformateurs, bobines d'inductance, blocs d'alimentation et produits analogues pour des tensions d'alimentation jusqu'à 1 100 V – Partie 2-16: Règles particulières et essais pour les blocs d'alimentation à découpage et les transformateurs pour blocs d'alimentation à découpage*

CEI 61951-1, *Accumulateurs alcalins et autres accumulateurs à électrolyte non-acide – Accumulateurs individuels portables étanches – Partie 1: Nickel-cadmium*

CEI 61951-2, *Accumulateurs alcalins et autres accumulateurs à électrolyte non acide – Accumulateurs individuels portables étanches – Partie 2: Nickel-métal hydrure*

CEI 61960, *Accumulateurs alcalins et autres accumulateurs à électrolyte non-acide – Eléments et batteries d'accumulateurs au lithium pour applications portables*

CEI 61984, *Connecteurs – Exigences de sécurité et essais*

CEI 62133, *Accumulateurs alcalins et autres accumulateurs à électrolyte non acide – Exigences de sécurité pour les accumulateurs portables étanches, et pour les batteries qui en sont constituées, destinés à l'utilisation dans des applications portables*

CEI 62233, *Méthodes de mesure des champs électromagnétiques des appareils électrodomestiques et similaires en relation avec l'exposition humaine*

CEI 62471, *Sécurité photobiologique des lampes et des appareils utilisant des lampes*

CEI/TR 62471-2:2009, *Photobiological safety of lamps and lamp systems – Part 2: Guidance on manufacturing requirements relating to non-laser optical radiation safety*

ISO 1463, *Revêtements métalliques et couches d'oxyde – Mesurage de l'épaisseur de revêtement – Méthode par coupe micrographique*

ISO 2178, *Revêtements métalliques non magnétiques sur métal de base magnétique – Mesurage de l'épaisseur du revêtement – Méthode magnétique*

ISO 2768-1, *Tolérances générales – Partie 1: Tolérances pour dimensions linéaires et angulaires non affectées de tolérances individuelles*

⁵ Il existe une version consolidée (Edition 1.1:1999) comprenant la CEI 661540:1997 et son Amendement 1 (2001).

ISO 3744, *Acoustique – Détermination des niveaux de puissance acoustique et des niveaux d'énergie acoustique émis par les sources de bruit à partir de la pression acoustique – Méthodes d'expertise pour des conditions approchant celles du champ libre sur plan réfléchissant*

ISO 3864-2, *Symboles graphiques – Couleurs de sécurité et signaux de sécurité – Partie 2: Principes de conception pour l'étiquetage de sécurité des produits*

ISO 3864-3, *Symboles graphiques – Couleurs de sécurité et signaux de sécurité – Partie 3: Principes de conception pour les symboles graphiques utilisés dans les signaux de sécurité*

ISO 4871:1996, *Acoustique – Déclaration et vérification des valeurs d'émission sonore des machines et équipements*

ISO 5347 (toutes les parties), *Méthodes pour l'étalonnage de capteurs de vibrations et de chocs*

ISO 5349-1, *Vibrations mécaniques – Mesurage et évaluation de l'exposition des individus aux vibrations transmises par la main – Partie 1: Exigences générales*

ISO 5349-2, *Vibrations mécaniques – Mesurage et évaluation de l'exposition des individus aux vibrations transmises par la main – Partie 2: Guide pratique pour le mesurage sur le lieu de travail*

ISO 7000:2012, *Symboles graphiques utilisables sur le matériel – Symboles enregistrés*

ISO 7010, *Symboles graphiques – Couleurs de sécurité et signaux de sécurité – Signaux de sécurité enregistrés*

ISO 7574-4, *Acoustique – Méthodes statistiques pour la détermination et le contrôle des valeurs déclarées d'émission acoustique des machines et équipements – Partie 4: Méthodes pour valeurs déclarées de lots de machines*

ISO 8041, *Réponse des individus aux vibrations – Appareillage de mesure*

ISO 9772:2012, *Plastiques alvéolaires – Détermination des caractéristiques de combustion de petites éprouvettes en position horizontale, soumises à une petite flamme*

ISO 11201, *Acoustique – Bruit émis par les machines et équipements – Détermination des niveaux de pression acoustique d'émission au poste de travail et en d'autres positions spécifiées dans des conditions approchant celles du champ libre sur plan réfléchissant avec des corrections d'environnement négligeables*

ISO 11203, *Acoustique – Bruit émis par les machines et équipements – Détermination des niveaux de pression acoustique d'émission au poste de travail et en d'autres positions spécifiées à partir du niveau de puissance acoustique*

ISO 12100, *Sécurité des machines – Principes généraux de conception – Appréciation du risque et réduction du risque*

ISO 13849-1, *Sécurité des machines – Parties des systèmes de commande relatives à la sécurité – Partie 1: Principes généraux de conception*

ISO 13850, *Sécurité des machines – Arrêt d'urgence – Principes de conception*

ISO/TR 11690-3, *Acoustique – Pratique recommandée pour la conception de locaux de travail à bruit réduit contenant des machines – Partie 3: Propagation du son et prévision du bruit dans les locaux de travail*

ISO 16063-1, *Méthodes pour l'étalonnage des transducteurs de vibrations et de chocs – Partie 1: Concepts de base*

EN 12096, *Vibrations mécaniques – Déclaration et vérification des valeurs d'émission vibratoire*

ASTM B 258, *Standard specification for standard nominal diameters and cross-sectional areas of AWG sizes of solid round wires used as electrical conductors*

UL 969, *Standard for marking and labeling systems*

NOTE 1 Aux États-Unis, les références normatives suivantes s'appliquent:

US, Code of Federal Regulations (CFR) Title 21, *Food and Drugs*.

NOTE 2 Au Canada, les références normatives suivantes s'appliquent:

C.R.C., c. 1370, Radiation Emitting Devices Regulations

NOTE 3 En Europe (EN 62841-1), les références normatives suivantes s'appliquent:

CR 1030-1, *Hand-arm vibration – Guidelines for vibration hazards reduction – Part 1: Engineering methods by design of machinery*

EN ISO 11688-1, *Acoustique – Pratique recommandée pour la conception de machines et d'équipements à bruit réduit – Partie 1: Planification (ISO/TR 11688-1)*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions suivants s'appliquent.

Lorsque les termes "tension" et "courant" sont employés, ils impliquent, sauf spécification contraire, les valeurs efficaces.

Lorsque les expressions "à l'aide d'un outil", "sans l'aide d'un outil" et "nécessite l'emploi d'un outil" sont utilisées dans la présente Norme, on entend par "outil" un outil à main, par exemple un tournevis, qui peut être employé pour manœuvrer une vis ou un dispositif de fixation similaire.

3.1

partie accessible

partie ou surface conductrice en matière isolante qui peut être touchée au moyen de la sonde d'essai B de la CEI 61032:1997

3.2

accessoire

dispositif qui est seulement fixé au mécanisme de sortie de l'outil

3.3

protecteur ajustable

protecteur entièrement ajustable ou comprenant une ou des partie(s) ajustable(s). Dans le cas des protecteurs ajustables manuellement, l'ajustement reste fixe pendant une opération particulière

3.4

coupure sur tous les pôles

déconnexion de tous les conducteurs d'alimentation, excepté le conducteur mis à la terre, par une seule action d'ouverture

3.5

fixation

dispositif fixé au châssis ou autre composant d'un outil qui peut être fixé ou non au mécanisme de sortie, et qui ne modifie pas l'**utilisation normale** de l'outil dans le domaine d'application de la présente Norme

3.6

isolation principale

isolation des **parties actives**, destinée à assurer la protection principale contre les chocs électriques. L'isolation appliquée aux **parties actives**, qui n'est pas destinée à assurer la protection principale contre les chocs électriques, est considérée comme l'isolation à but fonctionnel, telle que l'isolation de fil de bobinage

3.7

batterie

assemblage constitué d'un ou plusieurs **éléments** destinés à fournir du courant électrique à l'outil

3.8

outil de la classe I

outil dans lequel la protection contre les chocs électriques ne repose pas uniquement sur l'**isolation principale**, double ou **renforcée**, mais dans lequel une mesure de sécurité supplémentaire a été prise sous la forme de moyens de raccordement des **parties conductrices accessibles** à un conducteur de terre de protection faisant partie des canalisations fixes de l'installation, de sorte que les **parties conductrices accessibles** ne puissent devenir actives en cas de défaut de l'**isolation principale**

Note 1 à l'article: Un outil ayant en toutes ses parties une **double isolation** et/ou une **isolation renforcée** qui comporte des dispositions en vue de la mise à la terre est également considéré comme étant de la **classe I**.

3.9

outil de la classe II

outil dans lequel la protection contre les chocs électriques ne repose pas uniquement sur l'**isolation principale**, mais dans lequel ont été prises des mesures supplémentaires de sécurité, telles que la **double isolation** ou l'**isolation renforcée**. Ces mesures ne comportent pas de dispositions de mise à la terre de protection et ne dépendent pas des conditions d'installation

3.10

outil de la classe III

outil dans lequel la protection contre les chocs électriques repose sur l'alimentation sous **très basse tension de sécurité** et dans lequel ne sont pas engendrées de tensions supérieures à la **très basse tension de sécurité**

3.11

partie de la classe II

partie d'un outil pour laquelle la protection contre les chocs électriques repose sur une **double isolation** ou une **isolation renforcée**

3.12

partie de la classe III

partie d'un outil pour laquelle la protection contre les chocs électriques repose sur une **très basse tension de sécurité** et dans laquelle ne sont pas engendrées de tensions supérieures à la **très basse tension de sécurité**

3.13

distance d'isolement

trajet le plus court entre deux parties conductrices, ou entre une partie conductrice et la surface externe de l'enveloppe, considérée comme recouverte par une feuille métallique sur les surfaces accessibles en matière isolante, mesuré dans l'air

Note 1 à l'article: Des exemples de **distances d'isolement** sont donnés dans l'Annexe A.

3.14

dispositif de commande

dispositif utilisé par l'utilisateur pour ajuster et/ou régler une fonction électrique ou mécanique d'un outil

3.15

ligne de fuite

trajet le plus court entre deux parties conductrices, ou entre une partie conductrice et la surface externe de l'enveloppe, considérée comme recouverte par une feuille métallique sur les surfaces accessibles en matière isolante, mesuré le long de la surface du matériau isolant

Note 1 à l'article: Des exemples de **lignes de fuite** sont donnés dans l'Annexe A.

3.16

partie amovible

partie qui peut être retirée ou ouverte sans l'aide d'un outil, ou partie qui est retirée conformément aux instructions d'emploi, à l'exception des porte-balais accessibles de l'extérieur, même si un outil est nécessaire pour l'enlèvement

Note 1 à l'article: Les exigences de 21.22 traitent des parties non amovibles.

3.17

double isolation

système d'isolation comprenant à la fois une **isolation principale** et une **isolation supplémentaire**

3.18

circuit électronique

circuit comportant au moins un **composant électronique**

3.19

composant électronique

partie dans laquelle la conduction est principalement assurée par des électrons se déplaçant dans un milieu sous vide, gazeux ou semi-conducteur, à l'exclusion des indicateurs à néon

Note 1 à l'article: Les **composants électroniques** sont par exemple les diodes, les transistors, les triacs et les circuits intégrés monolithiques. Les résistances, les condensateurs et les bobines d'inductance ne sont pas considérés comme des **composants électroniques**.

3.20

explosion

défaillance qui se produit lorsqu'une enveloppe s'ouvre violemment et lorsque les composants principaux sont éjectés de manière violente, risquant de provoquer une blessure

3.21

très basse tension

tension fournie par une source à l'intérieur de l'outil, qui ne dépasse pas 50 V entre conducteurs et entre conducteurs et terre lorsque l'outil est alimenté sous sa **tension assignée**

3.22**protecteur fixe**

protecteur fixé (par exemple au moyen de vis, d'écrous, de soudage) de façon à ne pouvoir être ouvert ou retiré qu'à l'aide d'outils ou par la destruction des moyens de fixation

3.23**protecteur**

cloison matérielle, conçue comme partie intégrante de l'outil, destinée à fournir une protection

3.24**outil portatif**

outil destiné à effectuer un travail mécanique, avec ou sans équipement pour être monté sur un support, et conçu de façon que le moteur forme avec la machine un ensemble pouvant être porté facilement jusqu'à son poste d'utilisation et qui est tenu manuellement ou suspendu pendant l'utilisation

Note 1 à l'article: Les **outils portatifs** comprennent les outils pourvus d'un axe flexible, le moteur étant installé à poste fixe ou mobile.

3.25**cycle de manœuvres inhérent**

opération répétitive d'un outil, conçu de façon à ce que la durée d'un cycle complet ne puisse être modifiée par l'opérateur

3.26**câble d'interconnexion**

câble souple extérieur fourni pour des connexions électriques entre deux parties d'un outil

3.27**machines pour jardins et pelouses**

outils pour l'entretien du jardin

3.28**système liquide**

système qui utilise de l'eau ou un liquide aqueux provenant d'une source intégrée ou d'une source externe, utilisée pour réaliser la fonction prévue de l'outil

3.29**partie active**

tout conducteur ou toute partie conductrice destiné(e) à être sous tension en **utilisation normale**, y compris un conducteur neutre

3.30**durée moyenne de fonctionnement avant défaillance dangereuse****MTTF_d**

espérance mathématique de la durée moyenne de fonctionnement avant défaillance dangereuse

3.31**interrupteur de puissance à contact momentané**

interrupteur de puissance qui ne reste pas en position "marche" lorsque le dispositif de commande est au repos

3.32**coupe-circuit thermique sans réarmement automatique**

coupe-circuit thermique qui nécessite une opération manuelle pour reprogrammer ou remplacer un élément pour rétablir le courant

Note 1 à l'article: Les opérations manuelles comprennent également le fonctionnement de l'**interrupteur de puissance**.

3.33

source non isolée

source de tension dans laquelle la sortie n'est pas isolée du secteur par un **transformateur de sécurité**

3.34

fonctionnement normal

conditions dans lesquelles l'outil est mis en fonctionnement en **utilisation normale** lorsqu'il est raccordé à l'alimentation

3.35

utilisation normale

utilisation d'un outil conçu pour cet usage, en tenant compte des instructions du fabricant

3.36

interrupteur de puissance

dispositif qui active électriquement la fonction principale de l'outil en position "marche" et la désactive en position "arrêt"

3.37

dispositif de protection

dispositif dont le fonctionnement évite une situation dangereuse dans des conditions anormales de fonctionnement

3.38

impédance de protection

impédance connectée entre les **parties actives** et les parties conductrices accessibles de valeur telle que le courant soit limité à une valeur sans danger

3.39

courant assigné

courant attribué à l'outil par le fabricant

3.40

fréquence assignée

fréquence attribuée à l'outil par le fabricant

3.41

plage assignée de fréquences

plage des fréquences attribuée à l'outil par le fabricant, exprimée par ses limites inférieure et supérieure

3.42

puissance assignée

puissance attribuée à l'outil par le fabricant, exprimée en watts

3.43

vitesse assignée à vide

vitesse à vide attribuée à l'outil par le fabricant

3.44

tension assignée

tension attribuée à l'outil par le fabricant. Dans le cas d'une alimentation triphasée, il s'agit de la tension entre phases

3.45

plage assignée de tensions

plage des tensions attribuée à l'outil par le fabricant, exprimée par ses limites inférieure et supérieure

3.46

isolation renforcée

isolation des **parties actives**, assurant un degré de protection contre les chocs électriques équivalent à une **double isolation**

Note 1 à l'article: Des exemples d'**isolation renforcée** sont une couche simple ou plusieurs couches qui ne peuvent pas être soumises à l'essai séparément en tant qu'**isolation principale** ou **isolation supplémentaire**.

3.47

dispositif de courant résiduel

RCD

dispositif destiné à détecter une dérivation de courant dans un circuit, pouvant exposer l'utilisateur à un choc électrique; dans de telles conditions, le dispositif ouvre le circuit

Note 1 à l'article: Un tel dispositif est également connu sous le nom de **dispositif différentiel mobile** (PRCD, portable residual current device), disjoncteur-détecteur de fuites à la terre (GFCI, ground fault circuit interrupter) ou interrupteur de circuit de fuite à la terre (ELCB, earth leakage circuit breaker).

Note 2 à l'article: L'abréviation "RCD" est dérivée du terme anglais développé correspondant "residual current device".

3.48

fonction critique pour la sécurité

SCF

fonction(s) exigée(s) par la présente Norme, dont la perte provoque un fonctionnement de l'outil qui expose l'utilisateur à un risque supérieur à celui autorisé par la présente Norme en condition anormale

Note 1 à l'article: L'abréviation "SCF" est dérivée du terme anglais développé correspondant "safety critical function".

3.49

très basse tension de sécurité

tension ne dépassant pas une valeur crête de 42,4 V entre conducteurs et entre conducteurs et terre, la tension à vide ne dépassant pas une valeur crête de 50 V, dans un circuit électrique à séparation galvanique du système électrique d'alimentation, par des moyens tels qu'un **transformateur de sécurité** ou un convertisseur à enroulements séparés, dont l'isolation est conforme aux exigences relatives à la **double isolation** ou à l'**isolation renforcée**

3.50

transformateur de sécurité

transformateur dont l'enroulement primaire est séparé électriquement des enroulements secondaires par une isolation au moins équivalente à la **double isolation** ou à l'**isolation renforcée** et qui est destiné à alimenter un circuit de distribution, un outil ou un autre équipement à une **très basse tension de sécurité**

3.51

coupe-circuit thermique à réarmement automatique

coupe-circuit thermique qui rétablit automatiquement le courant lorsque la partie concernée de l'outil s'est refroidie jusqu'à une valeur donnée

3.52

isolation supplémentaire

isolation indépendante prévue en plus de l'**isolation principale**, en vue d'assurer la protection contre les chocs électriques en cas de défaut de l'**isolation principale**

3.53**câble d'alimentation**

câble souple, pour l'alimentation, fixé à l'outil

3.54**limiteur de température**

dispositif sensible à la température, dont la température de fonctionnement peut être soit fixée soit réglable et qui, en **fonctionnement normal**, fonctionne par ouverture ou fermeture d'un circuit quand la température de la partie commandée atteint une valeur préalablement déterminée

Note 1 à l'article: Ceci n'effectue pas l'opération inverse d'ouverture ou de fermeture d'un circuit lors du **fonctionnement normal** de l'outil.

3.55**coupe circuit thermique**

dispositif qui, en fonctionnement anormal, limite la température de la partie commandée par l'ouverture automatique du circuit ou par réduction du courant, dont le réglage ne peut pas être modifié par l'utilisateur

3.56**protecteur thermique**

coupe-circuit thermique qui ne fonctionne qu'une seule fois et qui implique un remplacement partiel ou total

3.57**thermostat**

dispositif sensible à la température, dont la température de fonctionnement peut être soit fixée soit réglable et qui, en **fonctionnement normal**, maintient la température de la partie commandée entre certaines limites par l'ouverture et la fermeture automatiques d'un circuit

3.58**outil portable**

outil présentant les caractéristiques suivantes:

- a) destiné à être déplacé dans différentes zones de travail désignées. Soit l'outil est utilisé sur des matériaux apportés jusqu'à l'outil, l'outil étant monté sur la pièce à usiner, soit l'outil est placé à proximité de la pièce à usiner;
- b) destiné à être déplacé par une ou deux personnes, avec ou sans dispositif simple facilitant le transport, par exemple des poignées, des roues et des dispositifs analogues;
- c) utilisé en position stable installé sur un établi, une table, le sol ou comprenant un dispositif qui sert d'établi ou de table, avec ou sans fixation, par exemple dispositifs de serrage rapide, boulonnage et dispositifs analogues, ou monté sur la pièce à usiner;
- d) utilisé sous le contrôle d'un opérateur;
- e) la pièce à usiner ou l'outil est amené(e) ou introduit(e) manuellement;
- f) non destiné à une production en continu ou à une ligne de production;
- g) dans le cas d'un outil branché sur secteur, alimenté avec un **câble d'alimentation** souple et une fiche

3.59**fixation du type X**

méthode de fixation du **câble d'alimentation**, spécifiée par le fabricant, telle qu'il puisse être facilement remplacé

3.60

fixation du type Y

méthode de fixation du **câble d'alimentation** telle que le remplacement de celui-ci est prévu pour être réalisé par le fabricant ou son service après-vente ou par une personne de qualification similaire

3.61

fixation du type Z

méthode de fixation du **câble d'alimentation** telle qu'il ne puisse être remplacé sans casser ou détruire l'outil

3.62

entretien par l'utilisateur

opération(s) de maintenance destinée(s) à être effectuée(s) par l'utilisateur selon le manuel d'instructions

3.63

tension de service

tension maximale, sans l'effet des tensions transitoires, à laquelle la partie considérée est soumise lorsque l'outil est alimenté sous sa **tension assignée** et mis en fonctionnement avec une **puissance assignée** ou un **courant assigné**

4 Exigences générales

Les outils doivent être construits de façon à fonctionner en toute sécurité et ne pas représenter un danger pour les personnes ou leur environnement.

Dans le cas des outils présentant des modes de fonctionnement clairement séparés, chaque mode doit être conforme aux exigences applicables au mode de fonctionnement spécifique.

Dans le cas des outils à fonctions multiples, chaque fonction doit être conforme à la partie applicable de la CEI 62841-2, de la CEI 62841-3 ou de la CEI 62841-4 et doit prendre en compte les autres dangers dus à la combinaison des fonctions.

NOTE En Europe (EN 62841-1), l'alinéa ci-dessus ne s'applique pas.

La conformité est vérifiée en satisfaisant aux exigences applicables et en effectuant les essais applicables de la présente Norme.

5 Conditions générales d'essai

5.1 *Les essais mentionnés dans la présente Norme sont des essais de type. Les conditions générales d'essai de l'Article 5 s'appliquent, sauf spécification contraire dans la présente Norme.*

NOTE L'Annexe F donne un exemple des essais individuels de série.

5.2 *Les essais sont réalisés sur des échantillons séparés. Cependant, un plus petit nombre d'échantillons peut être utilisé, à l'initiative du fabricant.*

*L'accumulation de contraintes résultant d'essais successifs sur des **circuits électroniques** est à éviter. Il peut être nécessaire de remplacer les composants ou d'utiliser des échantillons supplémentaires.*

Si plusieurs essais sont effectués sur un même échantillon, les résultats ne doivent pas être affectés par les essais précédents.

5.3 *S'il est évident d'après la conception de l'outil qu'un essai spécifique n'est pas applicable, l'essai n'est pas effectué.*

5.4 *Les essais sont effectués, l'outil et/ou toute partie mobile de celui-ci, étant placés dans la position la plus défavorable qui peut se présenter en **utilisation normale**.*

5.5 *Les outils pourvus de dispositifs de commande ou de dispositifs de coupure sont soumis à l'essai, ces dispositifs étant réglés sur les positions les plus défavorables si le réglage peut être modifié par l'utilisateur. Les **dispositifs de commande** de vitesse électroniques sont réglés pour la plus grande vitesse.*

Si l'organe de réglage du dispositif de commande est accessible sans l'aide d'un outil, 5.5 s'applique, que le réglage puisse être modifié manuellement ou à l'aide d'un outil. Si l'organe de réglage n'est pas accessible sans l'aide d'un outil et si le réglage n'est pas prévu pour être modifié par l'utilisateur, 5.5 ne s'applique pas.

Un scellement approprié est considéré comme empêchant toute modification du réglage par l'utilisateur.

5.6 *Les essais sont effectués dans un espace sans courant d'air et à une température ambiante de (20 ± 5) °C.*

Si la température atteinte par une partie quelconque est limitée par un dispositif sensible à la température, la température ambiante est, en cas de doute, maintenue à (23 ± 2) °C.

5.7 *Les conditions d'essai relatives à la fréquence et à la tension sont spécifiées de 5.7.1 à 5.7.3.*

5.7.1 *Les outils uniquement pour courant alternatif sont soumis à l'essai en courant alternatif, à la **fréquence assignée**, si elle est indiquée, et ceux pour courant alternatif et courant continu sont soumis à l'essai avec l'alimentation la plus défavorable.*

*Les outils pour courant alternatif ne portant pas d'indication de la **fréquence assignée**, ou portant l'indication d'une **plage assignée de fréquences** de 50 Hz à 60 Hz ou l'indication 50 Hz/60 Hz, sont soumis à l'essai soit à 50 Hz soit à 60 Hz, en appliquant la fréquence la plus défavorable, à moins que l'outil n'utilise uniquement un moteur série, auquel cas on peut utiliser les deux fréquences.*

5.7.2 *Les outils qui ont plus d'une **tension assignée** ou qui ont une **plage assignée de tensions** sont soumis à l'essai à la tension la plus élevée.*

5.7.3 *Pour les essais exigeant une valeur de **courant assigné** et utilisant des outils ne portant pas d'indication du **courant assigné**, la valeur du **courant assigné** est remplacée par le courant mesuré lorsque l'outil est mis en fonctionnement sous la **puissance assignée** sous la **tension assignée** la plus faible ou sous la valeur la plus faible de la **plage assignée de tensions**.*

5.8 *Lorsque des **fixations** ou des éléments chauffants en option sont prévus par le fabricant de l'outil, l'outil est soumis à l'essai avec les **fixations** ou les éléments chauffants qui donnent les résultats les plus défavorables.*

5.9 *Les outils sont soumis à l'essai avec le **câble d'alimentation** souple spécifié raccordé à l'outil.*

5.10 *Si des **outils de la classe I** comportent des **parties accessibles** qui ne sont pas mises à la terre et ne sont pas séparées des **parties actives** par une partie métallique intermédiaire*

qui est mise à la terre, on vérifie la conformité de ces parties aux exigences spécifiées applicables aux **outils de la classe II**.

5.11 Si des **outils de la classe I** ou des **outils de la classe II** comportent des parties fonctionnant en **très basse tension de sécurité**, on vérifie la conformité de ces parties aux exigences spécifiées applicables aux **outils de la classe III**.

5.12 Lors des essais des **circuits électroniques**, il faut que l'alimentation soit exempte de perturbations provenant de sources extérieures pouvant influencer les résultats des essais.

5.13 Si en **utilisation normale**, un éventuel élément chauffant ne peut être mis en service sans que le moteur fonctionne, l'élément est soumis à l'essai, avec le moteur en fonctionnement. Si l'élément chauffant peut être mis en service avec le moteur arrêté, l'élément est soumis à l'essai, le moteur étant en fonctionnement ou arrêté, suivant le cas le plus défavorable. Les éléments chauffants incorporés à l'outil sont, sauf spécification contraire, reliés à une source d'alimentation séparée.

5.14 Pour les **fixations** ayant une fonction comprise dans le domaine d'application d'une des parties applicables de la CEI 62841-2, de la CEI 62841-3 ou de la CEI 62841-4, les essais sont effectués conformément à la partie applicable de la CEI 62841-2, de la CEI 62841-3 ou de la CEI 62841-4.

5.15 Lorsqu'il faut appliquer un couple de torsion, la méthode de charge est choisie de façon qu'il n'en résulte aucune contrainte supplémentaire, telle qu'une poussée latérale. Toutefois, des charges supplémentaires nécessaires pour un fonctionnement correct de l'outil sont prises en considération.

Si un frein est utilisé pour l'application de la charge, il faut l'appliquer de manière progressive pour assurer que le courant de démarrage n'affecte pas l'essai. La modification des organes de sortie en vue de la charge est autorisée pour le raccordement à un frein.

5.16 Les outils destinés à être alimentés en **très basse tension de sécurité** sont soumis à l'essai à l'aide d'un transformateur d'alimentation destiné à être utilisé avec l'outil.

5.17 Si une exigence dépend de la masse de l'outil, la masse doit être déterminée sans l'éventuel **câble d'alimentation**, et sans lames ni **accessoires**, mais avec tous les équipements et les **fixations** nécessaires à l'**utilisation normale**. Des informations détaillées relatives aux **accessoires**, aux équipements et aux **fixations** exigés sont fournies dans la partie applicable de la CEI 62841-2, de la CEI 62841-3 ou de la CEI 62841-4.

Si l'outil est équipé de plusieurs **accessoires**, équipements ou **fixations**, la configuration la plus lourde doit être utilisée pour déterminer la masse.

5.18 Si les dimensions linéaires et angulaires sont spécifiées sans tolérance, la classe "c" de l'ISO 2768-1 s'applique.

5.19 Toutes les mesures électriques doivent être effectuées avec une erreur de mesure maximale de 5 %.

Les instruments de mesure de la tension doivent présenter une résistance d'entrée d'au moins 1 M Ω avec une capacité parallèle maximale de 25 pF.

5.20 *L'équilibre thermique est considéré comme atteint si l'écart total entre trois relevés successifs d'échauffement, effectués à 3 min d'intervalle, ne dépasse pas 4 K. Pour les moteurs à induction, une durée de mesure d'1 h est considérée comme suffisante.*

Pour les moteurs, l'équilibre thermique peut être évalué en mesurant la température des tôles de stator.

6 Rayonnement, toxicité et dangers analogues

6.1 Les outils ne doivent pas émettre de rayonnement dangereux, ni être toxiques ou présenter des dangers similaires.

La conformité est vérifiée par l'essai, indiqué dans la partie applicable de la CEI 62841-2, de la CEI 62841-3 ou de la CEI 62841-4, si nécessaire.

NOTE Des études antérieures ont montré que le niveau des champs électromagnétiques (EMF – electromagnetic field) émis par des outils électriques et des appareils de jardin, mesuré conformément à la CEI 62233, est bien inférieur aux limites applicables, à condition que la seule source significative de champ électromagnétique soit le moteur, généralement un moteur universel, à courant continu (avec ou sans balai), à induction ou à solénoïde. C'est pourquoi une mesure générale conforme à la CEI 62233 n'a pas été considérée comme nécessaire.

6.2 Si l'outil est équipé d'un laser pour indiquer une ligne de coupe ou quelque chose de similaire, la classe du laser doit être 2M ou moins, conformément à la CEI 60825-1:2007.

De plus, l'outil doit porter le(s) symbole(s) de la classe du laser applicable, comme exigé par la CEI 60825-1:2007.

La conformité est vérifiée par examen.

6.3 Si un outil est équipé de sources lumineuses non cohérentes, les utilisateurs des outils doivent être mis en garde à propos du risque éventuel de dommage photo-biologique.

En fonction du type de source lumineuse, les exigences de 6.3.1, 6.3.2 ou 6.3.3 s'appliquent.

6.3.1 Les indicateurs lumineux visibles (lampes témoins) et les sources infrarouges, utilisés pour la signalisation et la communication, sont considérés comme ne présentant aucun risque de dommage photo-biologique et il n'est pas exigé qu'ils portent une indication.

La conformité est vérifiée par examen.

6.3.2 Les outils équipés de sources électroluminescente, incandescente ou LED émettant une lumière visible sont considérés comme destinés à une utilisation pour des besoins lumineux à court terme et non généraux, correspondant à une exposition à la fois ponctuelle et intermittente.

Les outils équipés de ces sources émettrices doivent porter une des indications suivantes:

- "AVERTISSEMENT Ne pas regarder la lampe quand elle est allumée", ou
- le symbole CEI 60417-6041 (2010-08).

L'indication peut être omise s'il peut être démontré que la lumière émise ne représente pas de risque raisonnable de dommage.

La lumière émise est considérée comme ne présentant pas de risque raisonnable de dommage, si

- l'émission lumineuse à une distance de 200 mm, quelle que soit la direction de l'outil, est inférieure à 500 Lux; ou

- l'émission lumineuse en luminance est inférieure à 10 000 cd/m² dans la plage de lumière visible; ou
- la source lumineuse (si elle n'est pas focalisée par des dispositifs optiques externes), évaluée selon les méthodes de la CEI 62471, fait partie du groupe de risque 1 ou du groupe sans risque; ou
- l'outil est évalué selon les méthodes de la CEI 62471 et fait partie du groupe de risque 1 ou du groupe sans risque.

La conformité est vérifiée par des mesures et par les méthodes spécifiées dans la CEI 62471.

6.3.3 Pour la lumière émise par des sources autres que celles citées en 6.3.2, le produit doit être évalué selon les méthodes de la CEI 62471 et les indications doivent être conformes à 5.4 de la CEI/TR 62471-2:2009.

La conformité est vérifiée par examen et par les méthodes spécifiées dans la CEI 62471.

7 Classification

7.1 Les outils doivent être de l'une des classes suivantes, d'après la protection contre les chocs électriques:

classe I, classe II, classe III.

La conformité est vérifiée par examen et par les essais correspondants.

7.2 Les outils doivent avoir le degré de protection approprié contre les effets nuisibles dus à la pénétration de l'eau conformément à la CEI 60529:2013. Si un degré autre que IPX0 est requis, celui-ci doit être spécifié dans la partie applicable de la CEI 62841-2, de la CEI 62841-3 ou de la CEI 62841-4.

La conformité est vérifiée par examen et par les essais correspondants.

8 Marquage et indications

8.1 Les outils doivent porter les indications suivantes relatives aux caractéristiques assignées:

- **la ou les tensions assignées** ou **la plage assignée de tensions**, en volts. Les outils à couplage étoile-triangle doivent porter clairement l'indication des deux **tensions assignées** (par exemple 230 Δ / 400 Y). Un outil conforme à la présente Norme pour une plage de tensions peut aussi porter l'indication d'une seule valeur de tension ou d'une plage de tensions réduite comprise dans la plage de tensions;
- le symbole concernant la nature de l'alimentation, sauf si **la ou les fréquences assignées** ou la **plage assignée de fréquences** sont marquées. Le symbole de la nature de l'alimentation doit être placé aussitôt après l'indication de la **tension assignée**;
- la **puissance assignée**, en watts ou le **courant assigné**, en ampères. La **puissance assignée** ou le **courant assigné** à indiquer sur l'outil est la puissance maximale totale ou le courant maximal total qui peut être consommé(e) simultanément sur le circuit externe. Si un outil est muni d'éléments constitutifs qui peuvent être choisis en variante à l'aide d'un **dispositif de commande**, la valeur de **puissance assignée** ou de **courant assigné** correspond à la charge maximale possible;
- le symbole de **construction de la classe II**, pour les **outils de la classe II** uniquement;
- le nombre IP, selon le degré de protection contre les effets nuisibles dus à la pénétration de l'eau, autre que IPX0. Si le premier chiffre du nombre IP est omis, le chiffre omis doit être remplacé par la lettre X, par exemple IPX5.

La conformité est vérifiée par examen.

8.1.1 Les outils ayant une plage de valeurs assignées pour la tension et la fréquence, et pouvant être utilisés sans réglage pour toute la plage, doivent porter l'indication des limites inférieure et supérieure de la plage, séparées par un tiret.

Exemple:

115 V-230 V: L'outil est utilisable pour toute valeur comprise à l'intérieur de la plage indiquée.

Les outils ayant des valeurs assignées différentes et pour lesquelles il faut un réglage avant que l'utilisateur ou l'installateur n'utilise une valeur particulière, doivent porter l'indication des différentes valeurs, séparées par une barre oblique. Cette exigence s'applique aussi aux outils équipés pour une connexion aux alimentations monophasées et polyphasées.

Exemples:

115 V/230 V: L'outil est seulement utilisable pour les valeurs indiquées.

230 V/400 V: L'outil n'est adapté qu'aux valeurs de tension indiquées, 230 V pour une opération monophasée et 400 V pour une opération triphasée.

La conformité est vérifiée par examen.

8.1.2 Pour les outils portant l'indication de plusieurs **tensions assignées**, d'une ou de plusieurs **plages assignées de tension**, la **puissance assignée** doit être indiquée pour chacune de ces tensions.

Les limites supérieure et inférieure de la puissance assignée doivent être indiquées sur l'outil de façon que la correspondance entre la puissance et la tension soit claire. Toutefois si la différence entre les limites supérieure et inférieure d'une **plage assignée de tensions** ne dépasse pas 20 % de la valeur moyenne de la plage, l'indication de la **puissance assignée** peut correspondre à la valeur moyenne de cette plage.

La conformité est vérifiée par examen.

8.2 Les outils doivent comporter l'une des versions suivantes des avertissements de sécurité:

-  MISE EN GARDE – Pour réduire le risque de blessures, l'utilisateur doit lire le manuel d'instructions", ou
- le symbole M002 de l'ISO 7010, ou
- le symbole approprié, indiqué dans la partie applicable de la CEI 62841-2, de la CEI 62841-3 ou de la CEI 62841-4.

S'il est utilisé, le terme MISE EN GARDE doit apparaître en majuscules d'au moins 2,4 mm de haut et ne doit pas être séparé de l'avertissement ou du symbole de l'ISO 7000-0434A ou de l'ISO 7000-0434B (2004-01).

Si elle est utilisée, l'indication doit figurer textuellement, sauf le terme "manuel opérateur" ou "guide utilisateur", qui peut être utilisé à la place du terme "manuel d'instructions".

Si d'autres symboles sont utilisés, ils doivent être conformes à l'ISO 7010 ou être conçus conformément à l'ISO 3864-2 ou à l'ISO 3864-3.

Les avertissements commençant par le même terme, tel que “ AVERTISSEMENT” peuvent être réunis en un seul alinéa, sans répétition du terme. L'ordre des avertissements doit être le suivant: les indications exigées par la CEI 62841-1, les indications exigées par la partie applicable de la CEI 62841-2, de la CEI 62841-3 ou de la CEI 62841-4, puis les indications facultatives.

La conformité est vérifiée par examen et par des mesures.

8.3 Les outils doivent porter les indications supplémentaires suivantes:

- le nom commercial et l'adresse du fabricant et, le cas échéant, de son représentant agréé. L'adresse doit être suffisante pour permettre d'entrer en contact. Le pays ou l'état, la ville et le code postal (le cas échéant) sont considérés comme suffisants;
- désignation de l'outil, la désignation de l'outil peut être obtenue au moyen d'un code constitué d'une combinaison de lettres, de chiffres ou de symboles, à condition que ce code soit explicité par une désignation claire, telle que “perceuse”, “raboteuse” etc. dans les instructions fournies avec l'outil;

NOTE 1 Ce code peut être par exemple “A123-B”.

- désignation de la série ou du type, qui permet l'identification technique du produit. Cette désignation peut s'obtenir par une combinaison de lettres et/ou de chiffres et peut être combinée avec la désignation de l'outil;

NOTE 2 La “désignation de la série ou du type” est également connue sous le nom de numéro de modèle.

- l'année de fabrication et un code de date identifiant au moins le mois de fabrication;
- pour les outils dont les parties sont expédiées séparément pour être assemblées par l'utilisateur final, chaque partie doit porter une indication d'identification distincte sur la partie ou sur l'emballage;
- “> 25 kg” si la masse de l'outil est supérieure à 25 kg.

Si des marquages supplémentaires sont utilisés, ils ne doivent pas prêter à confusion.

La conformité est vérifiée par examen.

8.4 Les indications spécifiées de 8.1 à 8.3 ne doivent pas figurer sur une **partie amovible** de l'outil.

Les indications spécifiées en 8.2 et 8.3 doivent apparaître clairement à l'extérieur de l'outil. Pour les indications qui ne sont pas des symboles, on peut utiliser pour cela une étiquette à rabat sur les cordons d'alimentation des outils ayant une **fixation du type Y** ou **du type Z**. D'autres indications peuvent être visibles une fois le couvercle retiré, si nécessaire.

Les indications relatives aux interrupteurs et aux dispositifs de commande doivent être placées sur ou à proximité de ces composants. Elles ne doivent pas être placées sur des parties qui peuvent être positionnées ou remises en place de telle façon que le marquage soit erroné.

La conformité est vérifiée par examen.

8.5 Si l'outil peut être réglé pour différentes **tensions assignées**, la tension pour laquelle l'outil est réglé doit apparaître clairement.

Cette exigence ne s'applique pas aux outils à couplage étoile-triangle.

Pour les outils ne nécessitant pas de fréquentes modifications du réglage de la tension, cette exigence est considérée comme satisfaite si la **tension assignée** pour laquelle l'outil est réglé peut être déterminée à partir d'un schéma de câblage fixé sur l'outil. Le schéma de câblage

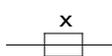
peut figurer sur la face interne d'un couvercle qu'il faut enlever pour raccorder le conducteur d'alimentation. Il ne doit pas être porté sur une étiquette attachée sommairement à l'outil.

La conformité est vérifiée par examen.

8.6 Les unités suivantes doivent être utilisées:

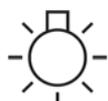
- V volts
- A ampères
- Ah ampères-heures
- Hz hertz
- W watts
- kW kilowatts
- F farads
- μF microfarads
- l litres
- g grammes
- kg kilogrammes
- bar bars
- Pa pascals
- h heures
- min minutes
- s secondes
- n_0 vitesse à vide
- .../min ou ...min⁻¹ tours ou va et vient par minute (r/min)

Les symboles suivants doivent être utilisés:

-  ou c.c. [symbole CEI 60417-5031 (2002-10)]
courant continu
-  ou c.a. [symbole CEI 60417-5032 (2002-10)]
courant alternatif
-  courant alternatif triphasé
- 3N** courant alternatif triphasé avec neutre
-  courant assigné du coupe-circuit à fusibles approprié en ampères
-  fusible miniature à fonction temporisée où X est le symbole pour la caractéristique temps/courant comme indiqué dans la CEI 60127
-  [symbole CEI 60417-5019 (2006-08)]
terre de protection
-  [symbole CEI 60417-5172 (2003-02)]
outil de la classe II
- IPXX Nombre IP
-  [symbole ISO 7000-0434A ou ISO 7000-0434B (2004-01)]
avertissement



.....[symbole M002 de l'ISO 7010]
lire les instructions



.....[symbole CEI 60417-5012 (2002-10)]
lampe

NOTE La puissance assignée de la lampe peut être indiquée avec ce symbole.



.....[symbole CEI 60417-6041 (2010-08)]
rayonnement visible, protection mise en place sous
forme d'instructions

∅diamètre

Li-Ionbatterie lithium-ion

NiCdbatterie nickel-cadmium

NiMHaccumulateur à hydrure métallique de nickel

Si d'autres symboles sont utilisés, ils ne doivent pas prêter à confusion et ils doivent être expliqués dans les instructions.

Lorsque d'autres unités sont utilisées, les unités et leurs symboles doivent être ceux du système international normalisé.

La conformité est vérifiée par examen.

8.7 Les outils prévus pour être raccordés à plus de deux conducteurs d'alimentation doivent porter un schéma de connexion, fixé à l'outil, à moins que les bornes ne soient évidentes.

Le conducteur de mise à la terre n'est pas considéré comme un conducteur d'alimentation. Pour les outils à couplage étoile-triangle, le schéma de câblage doit indiquer comment raccorder les enroulements.

La conformité est vérifiée par examen.

8.8 Sauf pour les **fixations du type Z**, les bornes doivent porter le marquage suivant:

- Les bornes prévues uniquement pour le conducteur neutre doivent être repérées par la lettre N.
- Les bornes de terre doivent être indiquées par le symbole CEI 60417-5019 (2006-08).

Ces indications ne doivent pas être placées sur des vis, des rondelles amovibles ni d'autres parties qui peuvent être enlevées lors du raccordement des conducteurs.

La conformité est vérifiée par examen.

8.9 Les interrupteurs dont le fonctionnement peut entraîner un danger doivent être marqués ou placés de façon à indiquer clairement la partie de l'outil qu'ils commandent.

La conformité est vérifiée par examen.

8.10 La position "arrêt" d'un **interrupteur de puissance** multi-stable doit être indiquée; l'indication doit être la figure O, comme indiqué par le symbole CEI 60417-5008 (2002-10). Un **interrupteur de puissance à contact momentané** pouvant être bloqué en position "marche" n'est pas considéré comme un interrupteur multi-stable.

Des boutons-poussoirs utilisés uniquement pour la fonction "arrêt" doivent être indiqués par la figure O qui indique le bouton/la position, et la couleur du bouton doit être rouge ou noire.

La figure ○ ne doit être employée pour aucune autre indication.

NOTE La figure ○ peut, par exemple, être aussi utilisée sur un clavier de programmation numérique.

Pour les **outils portables**, un organe de commande d'interrupteur de puissance ou son couvercle ne doivent pas être d'une couleur qui est une combinaison de jaune et de rouge, comme spécifié pour un arrêt d'urgence, conformément à l'ISO 13850.

Si un rabat/couvercle est fourni et ne couvre que le bouton de démarrage, la couleur du rabat/couvercle ne doit pas être noire, rouge ou jaune.

Si un rabat/couvercle est fourni et couvre le bouton d'arrêt, la couleur du rabat/couvercle doit être noire ou rouge.

La conformité est vérifiée par examen.

8.11 Les **dispositifs de commande** destinés à être réglés pendant le fonctionnement de l'outil, doivent être pourvus d'une indication donnant le sens de l'augmentation ou de la diminution de la grandeur réglée. Une indication par + et – est considérée comme suffisante pour cette exigence.

L'exigence ne s'applique pas aux **dispositifs de commande** pourvus d'un moyen de réglage si la position complètement "fermée" de ce dernier est opposée à sa position "ouverte".

Si des figures sont utilisées pour indiquer les différentes positions, la position "arrêt" doit être indiquée par la figure ○ et les autres positions doivent être indiquées par des figures reflétant une valeur plus élevée de sortie, puissance, vitesse, etc.

Les désignations des différentes positions de l'organe de manœuvre d'un **dispositif de commande** doivent être placées sur le dispositif lui-même, ou près de l'organe de manœuvre.

La conformité est vérifiée par examen.

8.12 Les marquages exigés par la Norme doivent être lisibles et durables. La couleur, la texture ou le relief des symboles doivent être en contraste avec le fond afin que les informations ou instructions fournies par ces symboles soient clairement lisibles avec une vue normale à une distance d'au moins (500 + 50) mm. Il n'est pas nécessaire que les symboles soient conformes aux exigences de l'ISO 3864-2 relatives à la couleur bleue.

La conformité est vérifiée par examen et en frottant le marquage manuellement pendant 15 s avec un chiffon imbibé d'eau et de nouveau pendant 15 s avec un chiffon imbibé d'essence.

Après les essais de 8.12, les marquages doivent être clairement lisibles, il ne doit pas être possible d'enlever facilement les marquages.

Pour l'appréciation de la durabilité des marquages, il est tenu compte de l'effet de l'utilisation normale. Par exemple, le marquage par peinture ou émail autre que l'émail vitrifié sur des récipients qui sont susceptibles d'être nettoyés fréquemment n'est pas considéré comme durable.

L'essence à utiliser pour l'essai doit être de l'hexane de qualité réactif avec une teneur minimale de 85 % en n-hexane.

NOTE La désignation "n-hexane" est la nomenclature chimique d'un hydrocarbure à chaîne "normale" ou droite. Cette essence est par exemple aussi connue sous le nom d'hexane de qualité réactif (CAS #110-54-3) certifié par l'ACS (American Chemical Society – société américaine de chimie).

Si le verso du marquage est adhésif, il doit être durable.

La conformité est vérifiée soit en satisfaisant aux exigences de la norme UL 969 dans les conditions d'une exposition occasionnelle aux huiles, à l'humidité et à l'eau, et adaptées à la surface d'application, soit en effectuant les essais suivants.

- Trois étiquettes appliquées aux outils ou à un échantillon du matériau de la surface d'essai sont placées dans un four pendant au moins 24 h, le four étant maintenu à une température de (120 ± 2) °C, ou bien pendant au moins 200 h à la température à laquelle est exposée l'étiquette au cours de l'essai de l'Article 12.
- Six étiquettes supplémentaires appliquées à l'outil ou un à échantillon du matériau de la surface d'essai sont placées dans une atmosphère contrôlée maintenue entre 21 °C et 30 °C avec une humidité relative d'au moins 45 % pendant au moins 24 h. Après ce conditionnement, plonger trois étiquettes dans l'eau et les trois autres étiquettes dans une huile IRM 903 à une température comprise entre 21 °C et 30 °C pendant 48 h.
- Trois étiquettes supplémentaires appliquées à l'outil ou un à échantillon du matériau de la surface d'essai sont placées dans une atmosphère contrôlée maintenue entre 21 °C et 30 °C, avec une humidité relative d'au moins 45 % pendant 72 h.

Après ces conditionnements, il ne doit pas être facile de retirer l'étiquette en la grattant avec une lame en acier plat d'une épaisseur de 0,8 mm et de n'importe quelle largeur, tenue perpendiculairement, et l'étiquette ne doit pas se recroqueviller.

8.13 Si la conformité à la présente Norme dépend du fonctionnement d'un **protecteur thermique** remplaçable ou d'un fusible remplaçable, le numéro de référence ou d'autres moyens d'identification du fusible doivent être marqués sur le fusible ou à un endroit tel qu'ils soient clairement visibles lorsque l'outil a été suffisamment démonté pour remplacer le fusible défaillant.

Cette exigence ne s'applique pas aux fusibles qui ne peuvent être remplacés qu'avec une partie de l'outil.

La conformité est vérifiée par examen.

8.14 Un manuel d'instructions et des instructions de sécurité doivent être fournis avec l'outil et emballés de manière à être remarqués par l'utilisateur lorsqu'on retire l'outil de son emballage. Une explication des symboles exigés par la présente Norme et utilisés sur l'outil doit être fournie dans le manuel d'instructions ou dans les instructions de sécurité.

Elles doivent être rédigées dans la (les) langue(s) officielle(s) du pays dans lequel l'outil est vendu.

NOTE En Europe (EN 62841-1), les exigences supplémentaires suivantes s'appliquent:

Les mots "Instructions d'origine" doivent apparaître dans la ou les versions de langues vérifiées par le fabricant ou son représentant agréé. Si l'outil est utilisé dans un pays pour lequel les "Instructions d'origine" ne sont pas disponibles dans la(les) langue(s) officielle(s), le fabricant ou son représentant agréé ou la personne commercialisant l'outil dans la zone linguistique en question doit fournir une traduction dans cette(ces) langue(s). Les traductions doivent comporter les mots "Traduction des instructions d'origine" et doivent être accompagnées d'une copie des "Instructions d'origine".

Les instructions doivent être lisibles et contrastées par rapport à l'arrière-plan.

Elles doivent comporter le nom commercial et l'adresse du fabricant et, le cas échéant, de son représentant agréé. L'adresse doit être suffisante pour permettre d'établir un contact. Le pays ou l'état, la ville et le code postal (le cas échéant) sont considérés suffisants pour cela.

Elles doivent comprendre la désignation de l'outil et de la série ou du type, comme exigé par 8.3, y compris la description de la machine telle que "foreuse", "raboteuse", etc.

8.14.1 Les sujets des instructions de sécurité sont les "avertissements de sécurité généraux pour l'outil électrique" de la Partie 1, indiqués en 8.14.1.1, les avertissements de sécurité

particuliers pour l'outil de la partie applicable de la CEI 62841-2, de la CEI 62841-3 ou de la CEI 62841-4 et tout avertissement de sécurité supplémentaire considéré comme nécessaire par le fabricant. Les "avertissements de sécurité généraux pour l'outil électrique" et les avertissements de sécurité particuliers pour l'outil, s'ils sont rédigés en anglais, doivent être mot pour mot ce qui est indiqué et toute autre langue officielle doit être équivalente. La numérotation des instructions de sécurité, indiquée ci-dessous, n'est pas obligatoire et peut être omise ou remplacée par un autre classement, comme des puces. Les "avertissements de sécurité généraux pour l'outil électrique" peuvent être séparés du manuel d'instructions.

Le terme "outil électrique" ou "outil" n'étant pas adapté aux **machines pour jardins et pelouses**, ces produits peuvent être désignés par le terme approprié "machine".

Le terme "textuellement" signifie "mot pour mot" mais autorise les différences d'orthographe d'un pays anglophone à l'autre.

Il faut que la présentation de tous les avertissements généraux de sécurité diffèrent par la typographie ou une mise en valeur ou des moyens similaires, le contexte des articles comme indiqué ci-dessous.

Les notes des instructions de sécurité ne sont pas toutes à imprimer, elles constituent des informations de conception du manuel.

8.14.1.1 Avertissements de sécurité généraux pour l'outil électrique

 **AVERTISSEMENT** Lire tous les avertissements de sécurité, les instructions, les illustrations et les spécifications fournis avec cet outil électrique. Ne pas suivre les instructions énumérées ci-dessous peut provoquer un choc électrique, un incendie et/ou une blessure sérieuse.

Conserver tous les avertissements et toutes les instructions pour pouvoir s'y reporter ultérieurement.

Le terme "outil électrique" dans les avertissements fait référence à votre outil électrique alimenté par le secteur (avec cordon d'alimentation) ou votre outil électrique fonctionnant sur batterie (sans cordon d'alimentation).

1) Sécurité de la zone de travail

- a) **Conserver la zone de travail propre et bien éclairée.** Les zones en désordre ou sombres sont propices aux accidents.
- b) **Ne pas faire fonctionner les outils électriques en atmosphère explosive, par exemple en présence de liquides inflammables, de gaz ou de poussières.** Les outils électriques produisent des étincelles qui peuvent enflammer les poussières ou les fumées.
- c) **Maintenir les enfants et les personnes présentes à l'écart pendant l'utilisation de l'outil électrique.** Les distractions peuvent vous faire perdre le contrôle de l'outil.

2) Sécurité électrique

- a) **Il faut que les fiches de l'outil électrique soient adaptées au socle. Ne jamais modifier la fiche de quelque façon que ce soit. Ne pas utiliser d'adaptateurs avec des outils électriques à branchement de terre.** Des fiches non modifiées et des socles adaptés réduisent le risque de choc électrique.
- b) **Éviter tout contact du corps avec des surfaces reliées à la terre telles que les tuyaux, les radiateurs, les cuisinières et les réfrigérateurs.** Il existe un risque accru de choc électrique si votre corps est relié à la terre.
- c) **Ne pas exposer les outils électriques à la pluie ou à des conditions humides.** La pénétration d'eau à l'intérieur d'un outil électrique augmente le risque de choc électrique.

- d) **Ne pas maltraiter le cordon. Ne jamais utiliser le cordon pour porter, tirer ou débrancher l'outil électrique. Maintenir le cordon à l'écart de la chaleur, du lubrifiant, des arêtes vives ou des parties en mouvement. Des cordons endommagés ou emmêlés augmentent le risque de choc électrique.**
- e) **Lorsqu'on utilise un outil électrique à l'extérieur, utiliser un prolongateur adapté à l'utilisation extérieure. L'utilisation d'un cordon adapté à l'utilisation extérieure réduit le risque de choc électrique.**
- f) **Si l'usage d'un outil électrique dans un emplacement humide est inévitable, utiliser une alimentation protégée par un dispositif à courant différentiel résiduel (RCD). L'usage d'un RCD réduit le risque de choc électrique.**

NOTE Le terme "dispositif à courant résiduel (RCD)" peut être remplacé par le terme "disjoncteur-détecteur de fuites à la terre (GFCI, ground fault circuit interrupter)" ou "interrupteur de circuit de fuite à la terre (ELCB, earth leakage circuit breaker)".

3) Sécurité des personnes

- a) **Rester vigilant, regarder ce que vous êtes en train de faire et faire preuve de bon sens dans votre utilisation de l'outil électrique. Ne pas utiliser un outil électrique lorsque vous êtes fatigué ou sous l'emprise de drogues, de l'alcool ou de médicaments. Un moment d'inattention en cours d'utilisation d'un outil électrique peut entraîner des blessures graves.**
- b) **Utiliser un équipement de protection individuelle. Toujours porter une protection pour les yeux. Les équipements de protection individuelle tels que les masques contre les poussières, les chaussures de sécurité antidérapantes, les casques ou les protections auditives utilisés pour les conditions appropriées réduisent les blessures.**
- c) **Éviter tout démarrage intempestif. S'assurer que l'interrupteur est en position arrêt avant de brancher l'outil au secteur et/ou au bloc de batteries, de le ramasser ou de le porter. Porter les outils électriques en ayant le doigt sur l'interrupteur ou brancher des outils électriques dont l'interrupteur est en position marche est source d'accidents.**
- d) **Retirer toute clé de réglage avant de mettre l'outil électrique en marche. Une clé laissée fixée sur une partie tournante de l'outil électrique peut donner lieu à des blessures.**
- e) **Ne pas se précipiter. Garder une position et un équilibre adaptés à tout moment. Cela permet un meilleur contrôle de l'outil électrique dans des situations inattendues.**
- f) **S'habiller de manière adaptée. Ne pas porter de vêtements amples ou de bijoux. Garder les cheveux et les vêtements à distance des parties en mouvement. Des vêtements amples, des bijoux ou les cheveux longs peuvent être pris dans des parties en mouvement.**
- g) **Si des dispositifs sont fournis pour le raccordement d'équipements pour l'extraction et la récupération des poussières, s'assurer qu'ils sont connectés et correctement utilisés. Utiliser des collecteurs de poussière peut réduire les risques dus aux poussières.**
- h) **Rester vigilant et ne pas négliger les principes de sécurité de l'outil sous prétexte que vous avez l'habitude de l'utiliser. Une fraction de seconde d'inattention peut provoquer une blessure grave.**

4) Utilisation et entretien de l'outil électrique

- a) **Ne pas forcer l'outil électrique. Utiliser l'outil électrique adapté à votre application. L'outil électrique adapté réalise mieux le travail et de manière plus sûre au régime pour lequel il a été construit.**
- b) **Ne pas utiliser l'outil électrique si l'interrupteur ne permet pas de passer de l'état de marche à arrêt et inversement. Tout outil électrique qui ne peut pas être commandé par l'interrupteur est dangereux et il faut le réparer.**
- c) **Débrancher la fiche de la source d'alimentation et/ou enlever le bloc de batteries, s'il est amovible, avant tout réglage, changement d'accessoires ou avant de**

ranger l'outil électrique. *De telles mesures de sécurité préventives réduisent le risque de démarrage accidentel de l'outil électrique.*

- d) **Conserver les outils électriques à l'arrêt hors de la portée des enfants et ne pas permettre à des personnes ne connaissant pas l'outil électrique ou les présentes instructions de le faire fonctionner.** *Les outils électriques sont dangereux entre les mains d'utilisateurs novices.*
- e) **Observer la maintenance des outils électriques et des accessoires. Vérifier qu'il n'y a pas de mauvais alignement ou de blocage des parties mobiles, des pièces cassées ou toute autre condition pouvant affecter le fonctionnement de l'outil électrique. En cas de dommages, faire réparer l'outil électrique avant de l'utiliser.** *De nombreux accidents sont dus à des outils électriques mal entretenus.*
- f) **Garder affûtés et propres les outils permettant de couper.** *Des outils destinés à couper correctement entretenus avec des pièces coupantes tranchantes sont moins susceptibles de bloquer et sont plus faciles à contrôler.*
- g) **Utiliser l'outil électrique, les accessoires et les lames etc., conformément à ces instructions, en tenant compte des conditions de travail et du travail à réaliser.** *L'utilisation de l'outil électrique pour des opérations différentes de celles prévues peut donner lieu à des situations dangereuses.*
- h) **Il faut que les poignées et les surfaces de préhension restent sèches, propres et dépourvues d'huiles et de graisses.** *Des poignées et des surfaces de préhension glissantes rendent impossibles la manipulation et le contrôle en toute sécurité de l'outil dans les situations inattendues.*

5) Maintenance et entretien

- a) **Faire entretenir l'outil électrique par un réparateur qualifié utilisant uniquement des pièces de rechange identiques.** *Cela assure le maintien de la sécurité de l'outil électrique.*

8.14.1.2 L'ordre des avertissements de sécurité doit être conforme à A) ou B) et à C):

- A) Les mises en garde de la CEI 62841-1 sont suivies par la partie applicable des mises en garde de la CEI 62841-2, de la CEI 62841-3 ou de la CEI 62841-4. L'ordre des mises en garde dans la CEI 62841-1 et des mises en garde de la CEI 62841-2, de la CEI 62841-3 ou de la CEI 62841-4 doit rester celui indiqué ci-dessus et dans la partie applicable de la CEI 62841-2, de la CEI 62841-3 ou de la CEI 62841-4.
- B) Les avertissements de la CEI 62841-1 et de la CEI 62841-2, de la CEI 62841-3 ou de la CEI 62841-4 peuvent être divisés en sections définies par les sous-titres numérotés et les avertissements associés sous le sous-titre numéroté. L'ordre des mises en garde dans chaque section doit rester celui indiqué ci-dessus et dans la partie applicable de la CEI 62841-2, de la CEI 62841-3 ou de la CEI 62841-4.

Lorsque les avertissements sont présentés de cette façon, le titre de la CEI 62841-1 "Avertissements de sécurité généraux pour l'outil électrique" doit être omis et la 1^{ère} phrase des avertissements de 8.14.1.1 et 8.14.1.3, si applicable, doit être modifiée comme suit:

 AVERTISSEMENT Lire tous les avertissements de sécurité signalés par le symbole  et toutes les instructions.

Les sections des avertissements de sécurité doivent être présentées dans le sujet concerné du manuel d'instructions.

Les titres des sections du manuel d'instructions pour les avertissements de la CEI 62841-1 doivent être présentés comme suit:

 Avertissements de sécurité généraux pour l'outil électrique – [Sous-titre de section]

Exemple:

Avertissements de sécurité généraux pour l'outil électrique – Sécurité des personnes

Les titres des sections du manuel d'instructions pour les avertissements de la CEI 62841-2, de la CEI 62841-3 ou de la CEI 62841-4 doivent être présentés comme suit:

Avertissements de sécurité [Nom de la catégorie de l'outil] – [Sous-titre de section]

Exemple:

Avertissements de sécurité de la scie circulaire – Procédures de coupe

Si des avertissements particuliers de la CEI 62841-2, de la CEI 62841-3 ou de la CEI 62841-4 n'ont pas de sous-titre numéroté, tous les avertissements requis par la partie de la CEI 62841-2, de la CEI 62841-3 ou de la CEI 62841-4 doivent alors être présentés dans l'ordre donné et la règle de présentation ci-dessus doit être suivie sans le **[Sous-titre de section]**.

- C) Tous les avertissements supplémentaires considérés comme nécessaires par le fabricant ne doivent pas être inclus dans les avertissements de la CEI 62841-1 ou de la CEI 62841-2, de la CEI 62841-3 ou de la CEI 62841-4. Ils peuvent soit être ajoutés à la(les) section(s) de la CEI 62841-1 ou de la CEI 62841-2, de la CEI 62841-3 ou de la CEI 62841-4 conformément au sujet des avertissements de sécurité, soit être placés dans toute autre partie du manuel d'instructions.

8.14.1.3 Si les instructions de sécurité sont séparées du manuel d'instructions, les avertissements suivants doivent alors être inclus dans le manuel d'instructions. Ces avertissements, s'ils sont rédigés en anglais, doivent figurer textuellement, et s'ils sont dans toute autre langue officielle, ils doivent être équivalents.

 **AVERTISSEMENT Lire tous les avertissements de sécurité, les instructions, les illustrations et les spécifications fournis avec cet outil électrique. Ne pas suivre les instructions énumérées ci-dessous peut donner lieu à un choc électrique, un incendie et/ou une blessure sérieuse.**

Conserver tous les avertissements et toutes les instructions pour pouvoir s'y reporter ultérieurement.

8.14.2 Le manuel d'instructions doit être fourni avec les informations suivantes, s'il y a lieu.

- a) Instructions de mise en service
- 1) Réglage ou fixation des outils électriques dans une position stable, appropriée pour des outils électriques pouvant être montés sur un support ou fixés à l'établi ou au sol;
 - 2) Assemblage;
 - 3) Raccordement à l'alimentation électrique, câblage, protection par fusible, type de prise de courant et exigences de mise à la terre;
 - 4) Pour les outils ajustables à différentes **tensions assignées**: les instructions et/ou les illustrations pour la modification de la tension. L'identification de la borne doit être fournie s'il faut modifier la connexion du moteur pour utiliser une tension différente de celle pour laquelle le moteur était connecté à la sortie de l'usine;
 - 5) Description illustrée des fonctions;
 - 6) Limites des conditions ambiantes;
 - 7) Réglage et ajustement des **protecteurs** exigés par 19.1;
 - 8) Informations relatives au démontage et au remontage, le cas échéant, pour le transport et/ou l'utilisation.
- b) Instructions de fonctionnement
- 1) Réglage et essai;
 - 2) Changement des organes de travail;

- 3) Serrage de la pièce à usiner;
 - 4) Limites relatives à la taille et au type de matériau de la pièce à usiner;
 - 5) Instructions générales d'emploi;
 - 6) Identification de la ou des poignées et de la ou des surfaces de préhension, exigée par 19.4;
 - 7) Pour les outils équipés de régulateurs électroniques de vitesse ou de charge qui ne redémarrent pas immédiatement l'outil après l'avoir bloqué: mise en garde indiquant que l'outil redémarre automatiquement s'il est bloqué;
 - 8) Pour les **outils portables** uniquement: instructions sur le soulèvement et le transport.
- c) Instructions de maintenance et d'entretien
- 1) **Opération d'entretien par l'utilisateur**, telle que le nettoyage, l'affûtage, la lubrification, l'entretien et/ou le remplacement de certaines parties;
 - 2) Entretien par le fabricant ou son agent; liste des adresses;
 - 3) Liste des parties remplaçables par l'utilisateur et les instructions pour procéder au remplacement;
 - 4) Outils de travail spéciaux qui peuvent être nécessaires;
 - 5) Pour les outils électriques ayant une **fixation du type X**: instructions indiquant que, si le **câble d'alimentation** de cet outil électrique est endommagé, il faut le remplacer par un **câble d'alimentation** spécialement préparé et pouvant être obtenu auprès du service d'entretien;
 - 6) Pour les outils électriques ayant une **fixation du type Y**: instruction indiquant que, si le remplacement du **câble d'alimentation** est nécessaire, il faut que cela soit réalisé par le fabricant ou son agent pour éviter un danger;
 - 7) Pour les outils électriques ayant une **fixation du type Z**: informations indiquant que le **câble d'alimentation** de cet outil électrique ne peut pas être remplacé et que l'outil électrique doit être détruit.
- d) Pour les outils avec **alimentation en eau**, les indications suivantes, selon ce qui est approprié:
- 1) Instructions pour
 - le raccordement à l'alimentation en eau;
 - l'utilisation de l'eau et l'utilisation des **accessoires** pour assurer la conformité avec 14.3 afin d'éviter que l'outil ne soit affecté par l'eau;
 - le contrôle des tuyaux et des autres pièces critiques susceptibles de se détériorer;
 - la pression maximale autorisée de l'alimentation en eau;
 - 2) Pour les outils munis d'un **RCD**
 - un avertissement de ne jamais utiliser l'outil sans le **RCD** livré avec l'outil;
 - une instruction de toujours vérifier le fonctionnement correct du **RCD** avant de commencer le travail, sauf si le **RCD** est de type auto-vérificateur;
 - 3) Pour les outils utilisés en combinaison avec un transformateur d'isolement: un avertissement de ne jamais utiliser l'outil sans le transformateur fourni avec lui ou du type spécifié dans ces instructions;
 - 4) Une instruction selon laquelle le remplacement de la fiche ou du **câble d'alimentation** doit toujours être effectué par le fabricant de l'outil ou sa société d'entretien;
 - 5) Une instruction de garder les pièces de l'outil à l'abri de l'eau et à l'écart des personnes dans la zone de travail.

NOTE En Europe (EN 62841-1), les exigences supplémentaires suivantes s'appliquent:

Émissions

- 1) L'émission sonore, mesurée selon I.2, comme suit:

- niveau de pression acoustique pondérée A L_{pA} et son incertitude K_{pA} , si L_{pA} est supérieur à 70 dB(A). Si L_{pA} est inférieur à 70 dB(A), cela doit être indiqué;
 - niveau de puissance acoustique pondérée A L_{WA} et son incertitude K_{WA} , si le niveau de pression acoustique pondérée A L_{pA} est supérieur à 80 dB(A).
 - la valeur instantanée de crête de pression acoustique pondérée-C L_{pCpeak} , si elle est supérieure à 63 Pa (130 dB par rapport à 20 μ Pa).
- 2) Recommandation à l'opérateur de porter un dispositif de protection anti-bruit.
 - 3) La valeur totale de vibration et son incertitude mesurée selon I.3.
Lorsque la valeur totale de vibration ne dépasse pas 2,5 m/s², cela doit être indiqué.
Lorsque la valeur totale de vibration dépasse 2,5 m/s², sa valeur doit être indiquée dans les instructions.
 - 4) Les informations suivantes:
 - la valeur totale déclarée de vibration a été mesurée conformément à une méthode d'essai normalisée et peut être utilisée pour comparer des outils;
 - la valeur totale déclarée de vibration peut aussi être utilisée dans une évaluation préliminaire de l'exposition.
 - 5) Une mise en garde:
 - l'émission de vibration pendant l'utilisation de l'outil électrique peut être différente de la valeur totale déclarée selon les façons d'utiliser l'outil; et
 - il est nécessaire d'identifier les mesures de sécurité destinées à protéger l'opérateur qui sont basées sur une estimation de l'exposition dans les conditions réelles d'utilisation (en prenant en compte toutes les parties du cycle de manœuvres, telles que les moments où l'outil est hors tension et où il fonctionne à vide, en plus du temps d'actionnement de la manette).

8.14.3 Si des informations sur la masse ou le poids de l'outil sont fournies, elles doivent contenir la masse spécifiée en 5.17.

La conformité est vérifiée par examen.

9 Protection contre l'accès aux parties actives

9.1 Les outils doivent être construits et enfermés de façon que soit assurée une protection suffisante contre les contacts accidentels avec des parties actives. L'exigence s'applique pour toutes les positions de l'outil, même après le retrait des parties amovibles et des matériaux doux (élastomères), tels que les revêtements en matériau souple.

La conformité est vérifiée par examen et par les essais de 9.2 à 9.4 qui sont applicables.

9.2 Une **partie accessible** n'est pas considérée comme étant active si:

- la partie est alimentée sous une **très basse tension de sécurité**

ou

- la partie est séparée des **parties actives** par une **impédance de protection**.

Dans le cas d'une **impédance de protection**, le courant entre la partie et la source d'alimentation ne doit pas dépasser 2 mA pour le courant continu et sa valeur crête ne doit pas dépasser 0,7 mA pour le courant alternatif, et de plus:

- pour les tensions ayant une valeur crête supérieure à 42,4 V et inférieure ou égale à 450 V, la capacité ne doit pas dépasser 0,1 μ F;
- pour les tensions ayant une valeur crête supérieure à 450 V et inférieure ou égale à 15 kV, la décharge ne doit pas dépasser 45 μ C.

*La conformité est vérifiée en utilisant l'outil sous la **tension assignée**. Les tensions et courants sont mesurés entre les parties correspondantes et chaque pôle de la source d'alimentation. Les décharges sont mesurées immédiatement après l'interruption de l'alimentation.*

La quantité d'électricité de la décharge est mesurée à l'aide d'une résistance présentant une résistance nominale non-inductive de 2 000 Ω. La quantité d'électricité est calculée à partir de la somme de toutes les zones enregistrées sur le graphique tension/temps, sans prendre en compte la polarité de la tension.

NOTE Des informations détaillées sur un circuit adapté à la mesure du courant sont fournies dans la Figure C.3.

9.3 *Les lampes placées derrière un couvercle amovible ne sont pas enlevées, à condition que l'outil puisse être isolé de l'alimentation au moyen d'une fiche ou d'une **coupure sur tous les pôles**. Toutefois, lors de l'introduction ou de l'enlèvement des lampes qui sont placées derrière un couvercle amovible, la protection contre les contacts avec les **parties actives** du culot doit être assurée.*

Ceci exclut l'emploi de fusibles à vis et de petits disjoncteurs à vis accessibles sans l'aide d'un outil.

La sonde d'essai de la CEI 61032:1997 est appliquée avec une force inférieure à 5 N, l'outil étant dans toutes les positions possibles, sauf les outils utilisés normalement au sol et dont la masse est supérieure à 40 kg, qui ne sont pas basculés. La sonde d'essai est appliquée à travers les ouvertures, à toute profondeur permise par la sonde et est tournée ou pliée avant, pendant et après l'insertion à travers l'ouverture dans toute position.

Si l'ouverture ne permet pas à la sonde d'entrer, une sonde d'essai rigide ayant les dimensions de la sonde d'essai B de la CEI 61032:1997, mais sans aucune articulation, est utilisée, la force sur la sonde est portée à 20 N et l'essai avec la sonde d'essai B articulée de la CEI 61032:1997 est répété.

*Il ne doit pas être possible de toucher avec la sonde d'essai des **parties actives** ou des **parties actives** protégées seulement par un vernis, de l'émail, du papier ordinaire, du coton, une pellicule d'oxyde, des perles isolantes ou du mélange d'étanchéité .*

NOTE Le vernis, l'émail, le papier ordinaire, le coton, une pellicule d'oxyde sur des parties métalliques, les perles isolantes et le mélange d'étanchéité, à l'exception des résines autodurcissantes, ne sont pas considérés comme assurant la protection requise contre les contacts avec des **parties actives**.

9.4 *La sonde d'essai 13 de la CEI 61032:1997 est appliquée avec une force inférieure à 5 N par les orifices des **outils de classe II** et des **constructions de la classe II**, sauf pour ceux donnant accès aux culots des lampes et aux **parties actives** des prises de courant.*

La sonde d'essai est aussi appliquée par les orifices des enveloppes métalliques mises à la terre ayant un revêtement non-conducteur tel que l'émail ou le vernis.

*Il ne doit pas être possible de toucher des **parties actives** avec la sonde d'essai.*

9.5 *Les **outils de la classe II** et les **constructions de classe II** doivent être construits et enfermés de telle façon que soit assurée une protection suffisante contre les contacts accidentels avec l'**isolation principale** et avec les parties métalliques séparées des **parties actives** par une **isolation principale** seulement.*

*Il ne doit être possible de toucher que des parties qui sont séparées des **parties actives** par une **double isolation** ou par une **isolation renforcée**.*

*Cette exigence s'applique à toutes les positions de l'outil, même après le retrait des **parties amovibles**.*

La conformité est vérifiée par examen et par l'application de la sonde d'essai B de la CEI 61032:1997, comme décrit en 9.3

10 Démarrage

10.1 Les outils doivent démarrer dans toutes les conditions normales de tension qui peuvent se produire en cours d'utilisation.

*La conformité est vérifiée en démarrant l'outil 10 fois à la suite à vide à une tension égale à 0,85 fois la **tension assignée** la plus faible ou 0,85 fois la limite inférieure de la **plage assignée de tensions**, les **dispositifs de commande** autres que les éventuelles commandes de vitesse, étant réglés comme en **utilisation normale**.*

*Les outils doivent aussi être démarrés 10 fois à la suite à une tension égale à 1,1 fois la **tension assignée**.*

L'intervalle entre deux démarrages successifs est suffisamment long pour éviter un échauffement anormal.

Dans tous les cas, l'outil doit fonctionner et les dispositifs de protection contre les surcharges incorporés à l'outil ne doivent pas fonctionner. Le cas échéant, les interrupteurs centrifuges et les autres interrupteurs automatiques de démarrage doivent fonctionner de façon sûre et sans battement des contacts.

10.2 Les outils ne doivent pas consommer un courant de puissance excessif pendant le démarrage, susceptible de provoquer un fonctionnement intempestif des relais à maximum de courant sur secteur de l'installation.

*La conformité est vérifiée en démarrant l'outil une fois à la **tension assignée** et à vide, les commandes de vitesse étant réglées pour la vitesse maximale et tous les autres **dispositifs de commande** étant réglés comme en **utilisation normale**.*

*Le courant consommé par l'outil ($2,0 \pm 0,2$) s après le démarrage ne doit pas être supérieur à 30 A ou 4 fois le **courant assigné** de l'outil.*

11 Puissance et courant

La valeur de la **puissance assignée** ou du **courant assigné** de l'outil doit être au moins égale à 110 % de la puissance ou du courant à vide mesurés.

*La conformité est vérifiée en mesurant la puissance ou le courant de l'outil, après stabilisation et tous les circuits pouvant être en fonctionnement simultanément étant en fonctionnement. L'essai doit être effectué sans **accessoires** attachés ni charge extérieure.*

*Pour les outils portant l'indication d'une ou de plusieurs **tensions assignées**, l'essai est effectué sous chaque **tension assignée**. Pour les outils portant l'indication d'une ou de plusieurs **plages assignées de tensions**, l'essai est effectué à la fois aux limites supérieure et inférieure des plages, à moins que l'indication de la **puissance assignée** ne soit liée à la valeur moyenne de la plage de tensions correspondante, auquel cas l'essai est effectué à une tension égale à la valeur moyenne de cette plage.*

12 Échauffements

12.1 Les outils ne doivent pas atteindre des températures excessives avec la **puissance assignée** ou le **courant assigné**.

*La conformité est vérifiée en déterminant l'échauffement des différentes parties dans les conditions spécifiées de 12.2 à 12.5. Ensuite l'essai de C.3 sous 1,06 fois la **tension assignée** est effectué dans des conditions d'échauffement.*

12.2 *Pour les outils portant l'indication d'une ou de plusieurs **tensions assignées**: L'outil est mis en fonctionnement sous chaque **tension assignée**, dans les conditions de charge spécifiées en 12.2.1, le couple appliqué est mesuré. Tout en maintenant le couple précédemment mesuré, la tension est ensuite ajustée à 0,94 fois la **tension assignée** et 1,06 fois la **tension assignée**.*

Les températures sont mesurées avec le réglage de la tension la plus défavorable des deux. Les températures mesurées au moyen de thermocouples sont relevées alors que l'outil est en fonctionnement.

*Pour les outils avec une **plage assignée de tensions**: L'outil est en fonctionnement*

- *sous la limite inférieure de la **plage assignée de tensions**, dans les conditions de charge spécifiées en 12.2.1, le couple appliqué est mesuré. Tout en maintenant le couple précédemment mesuré, la tension est ensuite ajustée à 0,94 fois la limite inférieure de la **plage assignée de tensions**;*

et

- *sous la limite supérieure de la **plage assignée de tensions**, dans les conditions de charge spécifiées en 12.2.1, le couple appliqué est mesuré. Tout en maintenant le couple précédemment mesuré, la tension est ensuite ajustée à 1,06 fois la limite supérieure de la **plage assignée de tensions**.*

Les températures sont mesurées avec le réglage de la tension la plus défavorable des deux. Les températures mesurées au moyen de thermocouples sont relevées alors que l'outil est en fonctionnement.

12.2.1 *Les conditions de charge pour l'essai d'échauffement de 12.2 sont les suivantes.*

- *Pour les outils sans **cycle de manœuvres inhérent**, l'outil est mis en fonctionnement avec une charge de couple appliquée de telle façon que la **puissance assignée** ou le **courant assigné** est consommé jusqu'à atteindre l'équilibre thermique.*
- *Pour les outils avec **cycle de manœuvres inhérent**, l'outil est mis en fonctionnement avec une charge de couple appliquée de telle façon que la **puissance assignée** ou le **courant assigné** est consommé pendant un moment pendant chaque cycle de manœuvres de l'outil. L'outil est successivement soumis aux cycles de manœuvres pendant 30 min.*

12.3 Le présent paragraphe indique les conditions d'essai spécifiques pour les éléments chauffants et les dispositifs de rangement des cordons.

12.3.1 Les éventuels éléments chauffants sont mis en fonctionnement dans les conditions spécifiées à l'Article 11 de la CEI 60335-1:2010, lorsque l'outil est mis en fonctionnement sous une tension égale à 1,06 fois la **tension assignée**.

12.3.2 Pour les outils munis d'un enrouleur automatique, un tiers de la longueur totale du cordon est déroulé. L'échauffement de la gaine de cordon est déterminé le plus près possible du moyeu de l'enrouleur et ainsi qu'entre les deux couches les plus à l'extérieur du cordon de l'enrouleur.

Pour les dispositifs de rangement des cordons, autres que les enrouleurs automatiques, destinés à contenir une partie du **câble d'alimentation** alors que l'outil est en fonctionnement, 50 cm du cordon sont déroulés. L'échauffement de la partie rangée du cordon est déterminé à l'endroit le plus défavorable.

12.4 Les échauffements, autres que ceux des enroulements, sont déterminés au moyen de thermocouples à fil fin, choisis et disposés de façon à réduire au minimum leur influence sur la température de la partie soumise à l'essai.

L'échauffement de l'isolation électrique, autre que celui des enroulements, est déterminé à la surface de l'isolation, aux endroits où un défaut peut provoquer un court-circuit, établir un contact entre des **parties actives** et des **parties accessibles**, provoquer un contournement de l'isolation ou réduire les **lignes de fuite** ou les **distances d'isolement** au-dessous des valeurs spécifiées en 28.1.

Les échauffements des enroulements sont déterminés par la méthode de variation de résistances sauf si les enroulements ne sont pas uniformes ou si de sévères complications sont à attendre en faisant les connexions nécessaires pour la mesure des résistances. Dans ce cas, la mesure est effectuée au moyen de thermocouples.

Pour déterminer les échauffements des poignées, des boutons, des manettes et des organes analogues, on prend en considération toutes les parties qui sont saisies en **utilisation normale** et, pour les organes en matière isolante, les parties en contact avec du métal chaud.

NOTE 1 S'il est nécessaire de démonter l'outil pour placer les thermocouples, remesurer la **puissance à vide** permet de vérifier que l'outil a été remonté correctement.

NOTE 2 Le point de séparation des conducteurs d'un cordon multiconducteur est un exemple d'endroit où les thermocouples sont disposés.

NOTE 3 Les thermocouples ayant des brins d'un diamètre inférieur à 0,3 mm sont considérés comme des thermocouples à brins fins.

12.5 Au cours de l'essai, les **dispositifs de protection** ne doivent pas fonctionner et l'éventuel mélange d'étanchéité ne doit pas couler. Les échauffements ne doivent pas dépasser les valeurs indiquées aux Tableaux 1a et 1b, excepté ceux autorisés en 12.6.

Tableau 1 – Échauffements normaux maximaux (1 de 2)

Parties	Échauffement K
Enroulements ^a , si le système d'isolation est de la	
– classe 105	75
– classe 120	90
Enroulements ^a , si le système d'isolation conformément à la CEI 60085:2007 est de la:	
– classe 130	95
– classe 155	115
– classe 180	140
– classe 200	160
– classe 220	180
– classe 250	210
Broches des connecteurs d'alimentation:	
– pour conditions chaudes	95
– pour conditions froides	40
Ambiance des interrupteurs et des limiteurs de température ^b :	
– non marqués <i>T</i>	30
– marqués <i>T</i>	<i>T</i> -25
Isolation de caoutchouc ou de polychlorure de vinyle des conducteurs internes et externes, y compris les câbles d'alimentation :	
– sans caractéristique assignée de température ^c	50
– avec caractéristique assignée de température (<i>T</i>)	<i>T</i> -25
Gaine de cordon utilisée comme isolation supplémentaire	35
Caoutchouc, autre que synthétique, utilisé pour des joints d'étanchéité ou d'autres parties, dont la détérioration peut affecter la sécurité:	
– lorsqu'il est utilisé comme isolation supplémentaire ou comme isolation renforcée	40
– dans les autres cas	50
Douilles E14 et B15:	
– du type métal ou céramique	130
– du type en matière isolante, autre que céramique	90
– marqués <i>T</i>	<i>T</i> -25
Matières utilisées comme isolation électrique autres que celles spécifiées pour les conducteurs et les enroulements ^d	
– textile, papier ou carton imprégnés ou vernis	70
– stratifiés agglomérés avec:	
• des résines mélamine-formaldéhyde, phénol-formaldéhyde ou phénol-furfural	85
• des résines à base d'urée-formaldéhyde	65
– Cartes de circuits imprimés collées avec de la résine époxyde	120
– matières moulées:	
• phénol-formaldéhyde à charge cellulosique	85
• phénol-formaldéhyde à charge minérale	100
• mélamine-formaldéhyde	75
• urée-formaldéhyde	65
– polyester renforcé de fibre de verre	110
– caoutchouc au silicone	145
– polytétrafluoroéthylène	265
– mica pur et matériaux en céramique fortement frittés lorsque ces matériaux sont utilisés comme isolation supplémentaire ou comme isolation renforcée	400
– matières thermoplastiques ^e	–

Tableau 1 (2 de 2)

Parties	Échauffement K
Bois, en général ^f	65
Surface extérieure des condensateurs ^g :	
– avec indication de la température maximale de fonctionnement (<i>T</i>)	T-25
– sans marquage de la température maximale de fonctionnement:	
• petits condensateurs céramiques pour la suppression des perturbations de radiodiffusion et de télévision	50
• condensateurs conformes à la CEI 60384-14 ou au 14.2 de la CEI 60065:2011	50
• autres condensateurs ^g	20
Parties en contact avec de l'huile ayant un point d'éclair de <i>t</i> °C	<i>t</i> -50
<p>^a Pour tenir compte du fait que la température moyenne des enroulements des moteurs universels, des relais, des solénoïdes et composants analogues est généralement supérieure à la température aux points sur les enroulements où sont placés les thermocouples, les valeurs qui ne sont pas entre parenthèses sont applicables quand la méthode de la résistance est employée, et les valeurs entre parenthèses s'appliquent lorsque des thermocouples sont utilisés. Pour les enroulements de vibreurs et les moteurs à courant alternatif, les valeurs qui ne sont pas entre parenthèses s'appliquent dans les deux cas. Pour les moteurs qui sont construits de manière telle que la circulation d'air entre l'intérieur et l'extérieur de l'enveloppe est empêchée mais qui ne sont pas suffisamment fermés pour être qualifiés d'étanches à l'air, les limites de l'échauffement peuvent être augmentées de 5 K.</p> <p>^b <i>T</i> signifie la température maximale de fonctionnement. La température ambiante des interrupteurs, thermostats et limiteurs de température est la température de l'air au point le plus chaud à une distance de 5 mm de la surface de l'interrupteur et du composant considéré. Dans le cadre de cet essai, les interrupteurs et les thermostats qui portent l'indication de leurs caractéristiques assignées individuelles peuvent être considérés comme ne portant pas l'indication de la température maximale de fonctionnement, si le fabricant de l'outil le demande.</p> <p>^c Cette limite est applicable aux câbles, cordons et fils conformes aux normes correspondantes de la CEI; pour les autres, elle peut être différente. Bien qu'aucune limite ne s'applique aux connecteurs, il est admis que ces limites relatives aux conducteurs s'appliquent aux conducteurs internes à l'endroit où ils se terminent dans un connecteur.</p> <p>^d Les valeurs entre parenthèses s'appliquent si la matière est utilisée pour des poignées, des boutons, des manettes et des organes analogues et est en contact avec du métal chaud.</p> <p>^e Il n'est pas fixé de limite particulière pour les matières thermoplastiques devant satisfaire aux essais de 13.1 pour lesquels l'échauffement doit être déterminé.</p> <p>^f La limite spécifiée concerne la détérioration du bois et ne tient pas compte de la détérioration des finitions de surface.</p> <p>^g Il n'est pas fixé de limite pour l'échauffement des condensateurs qui sont court-circuités en 18.6. Si d'autres matières que celles mentionnées dans le tableau sont utilisées, elles ne sont pas soumises à des températures supérieures à leurs possibilités thermiques telles qu'elles ont été déterminées par des essais de vieillissement. L'échauffement d'un enroulement est calculé à partir de la formule:</p> $\Delta t = \frac{R_2 - R_1}{R_1} (k + t_1) - (t_2 - t_1)$ <p>où</p> <p>Δt est l'échauffement;</p> <p>R_1 est la résistance au début de l'essai;</p> <p>R_2 est la résistance à la fin de l'essai;</p> <p><i>k</i> est égal à 234,5 pour les enroulements en cuivre et 225 pour les enroulements en aluminium;</p> <p>t_1 est la température ambiante au début de l'essai;</p> <p>t_2 est la température ambiante à la fin de l'essai.</p> <p>Au début de l'essai, il faut que les enroulements soient à la température ambiante. Il est recommandé de déterminer la résistance des enroulements à la fin de l'essai, en effectuant des mesures de résistance aussitôt que possible après ouverture du circuit, puis à des intervalles rapprochés, de façon à pouvoir tracer une courbe de variations de la résistance en fonction du temps, pour déterminer la résistance au moment de l'ouverture du circuit.</p>	

Tableau 2 – Échauffements maximaux de la surface extérieure

Parties	Échauffement K
Enveloppe extérieure, sauf poignées tenues en utilisation normale	60
Poignées, boutons, manettes et organes analogues qui, en utilisation normale , sont tenus de façon continue:	
– en métal	30
– en porcelaine ou en matière vitrifiée	40
– en matière moulée, caoutchouc ou bois	50
Poignées, boutons, manettes et organes analogues qui, en utilisation normale , ne sont tenus que pendant de courtes périodes (par exemple des interrupteurs):	
– en métal	35
– en porcelaine ou en matière vitrifiée	45
– en matière moulée, caoutchouc ou bois	60

12.6 Les essais suivants doivent être effectués lorsque les échauffements de l'induit et/ou des enroulements de champ sont supérieurs aux valeurs du Tableau 1 ou lorsqu'il subsiste un doute en ce qui concerne la classification de température du système d'isolation.

Trois échantillons de l'induit et/ou des enroulements de champ sont soumis aux essais suivants.

- a) *Les enroulements sont maintenus pendant 10 jours (240 h) dans une étuve dont la température dépasse de (80 ± 2) °C l'échauffement des enroulements déterminé selon 12.4. Ensuite les échantillons doivent être progressivement ramenés à température ambiante sans provoquer de choc thermique.*
- b) *Après cette épreuve, aucun court-circuit entre les spires ne doit se produire.*
- c) *Les échantillons sont ensuite soumis à une épreuve hygroscopique spécifiée en 14.1.*
- d) *Immédiatement après cette épreuve, ils doivent satisfaire aux essais de l'Annexe D.*

NOTE L'utilisation d'un "grognard" est une méthode qui permet de détecter les courts-circuits entre les spires.

Les défauts qui peuvent se produire dans une isolation qui n'a pas présenté un échauffement excessif pendant l'essai du 12.4 ne sont pas retenus et sont réparés, si nécessaire, afin de pouvoir poursuivre les essais de 12.6.

13 Résistance à la chaleur et au feu

13.1 Les parties suivantes doivent être suffisamment résistantes à la déformation due à la chaleur, si la déformation est susceptible d'empêcher l'outil de satisfaire à la présente Norme:

- les parties en matériau thermoplastique utilisées comme enveloppe pour satisfaire à l'Article 9;
- les parties en matériau thermoplastique maintenant des parties actives;
- les parties en matériau thermoplastique prévues pour une **isolation supplémentaire ou renforcée**.

Pour les besoins de 13.1, "maintenir" signifie que la rétention de la partie active par la matière isolante sert à satisfaire à 28.1. Le seul contact ne constitue pas un support.

La présente exigence ne s'applique pas aux parties suivantes:

- isolation et gaine de **câbles d'alimentation** souples ou conducteurs internes;
- dispositifs de protection;

- matière céramique;
- parties isolantes des moteurs: par exemple isolation de l'arbre, croisillons, caniveaux d'encoche, cales, collecteurs.

La conformité est vérifiée en soumettant la partie appropriée en matériau thermoplastique à l'essai à la bille de la CEI 60695-10-2:2003. Les matériaux doux (élastomères), tels que les revêtements en matériau souple, doivent être retirés.

L'épaisseur requise peut être obtenue en utilisant plusieurs épaisseurs de la partie considérée.

L'essai est effectué à une température de (40 ± 2) °C augmentée de la valeur de l'échauffement maximal déterminé au cours de l'essai de l'Article 12, mais elle doit être au moins égale à

- (75 ± 2) °C, pour les parties utilisées comme enveloppe pour satisfaire à l'Article 9 et pour les parties assurant une **isolation supplémentaire** ou une **isolation renforcée**;
- (125 ± 2) °C, pour les parties maintenant des parties actives.

13.2 Les parties en matériau non métallique doivent être convenablement résistantes à l'inflammation et à la propagation du feu.

Cette exigence ne s'applique pas

- aux parties internes qui sont éloignées de plus de 13,0 mm d'une partie d'arc telle qu'un collecteur, les contacts d'interrupteur non placés sous enveloppe et parties analogues;
- aux parties internes qui sont éloignées de plus de 1,0 mm d'une **partie active** non isolée de non-formation d'arc telle qu'un bus de raccordement, une barrette de connexion, une borne, un fil émaillé et parties analogues;
- aux parties internes qui sont éloignées de 1,0 mm ou moins des connexions ou des conducteurs parcourus par 0,2 A ou moins en **fonctionnement normal** ou d'un circuit à basse puissance, comme décrit à l'Annexe H;
- à l'isolation des brins;
- aux engrenages, aux cames, aux courroies, aux paliers, aux ventilateurs, aux garnitures décoratives, aux boutons qui ne sont pas des combustibles significatifs;
- à la matière céramique;
- aux parties isolantes des moteurs: par exemple l'isolation de l'arbre, les croisillons, les caniveaux d'encoche, les cales, les collecteurs;
- aux petites parties, dont le contenu plastique pèse moins de 5 g;
- aux autres parties externes non susceptibles d'être enflammées ou de transmettre des flammes prenant naissance à l'intérieur de l'outil.

La conformité est vérifiée par l'un des essais suivants.

- *en soumettant les parties en matériau non métallique, ou les éprouvettes représentatives d'une épaisseur inférieure ou égale à celle des parties pertinentes, à l'essai au fil incandescent de la CEI 60695-2-11:2000, effectué à 550 °C;*
- *le matériau est classé au moins HB conformément à la CEI 60695-11-10:2013, à condition que l'échantillon d'essai ne soit pas plus épais que la partie correspondante;*
- *le matériau a une température d'inflammation de fil incandescent d'au moins 575 °C conformément à la CEI 60695-2-13:2010, à condition que l'échantillon d'essai ne soit pas plus épais que la partie correspondante.*

Les parties pour lesquelles les vérifications ci-dessus ne peuvent pas être réalisées, telles que celles composées de matériaux souples ou sous forme de mousse, doivent satisfaire aux exigences spécifiées dans l'ISO 9772:2012 pour les matériaux de catégorie HBF, l'échantillon d'essai n'étant pas plus épais que la partie concernée.

14 Résistance à l'humidité

14.1 Les outils doivent résister aux conditions d'humidité susceptibles de se produire.

La conformité est vérifiée par l'épreuve hygroscopique suivante.

Les entrées de câbles éventuelles sont laissées ouvertes; s'il est prévu des entrées défonçables, l'une d'elles est défoncée.

Les composants électriques, les couvercles et les autres parties qui peuvent être enlevés sans l'aide d'un outil sont retirés et soumis, si nécessaire, à l'épreuve hygroscopique avec la partie principale.

L'épreuve hygroscopique est effectuée dans une enceinte humide contenant de l'air avec une humidité relative de $(93 \pm 3) \%$, obtenue par exemple en plaçant dans l'enceinte humide une solution aqueuse saturée de Na_2SO_4 ou de KNO_3 , ayant une surface de contact avec l'air suffisamment étendue. La température de l'air, en tout endroit où les échantillons peuvent être placés, est maintenue, à 2 K près, à une valeur quelconque appropriée t comprise entre 20 °C et 30 °C. Pour obtenir les conditions spécifiées à l'intérieur de l'enceinte, il est nécessaire d'assurer un brassage constant de l'air à l'intérieur et, en général, d'utiliser une enceinte thermiquement isolée.

Avant d'être placé dans l'enceinte humide, l'échantillon est porté à une température comprise entre t et $(t + 4)$ °C. Pour porter l'outil à la température spécifiée, le laisser séjourner à cette température pendant 4 h au moins avant l'épreuve hygroscopique.

L'outil est maintenu dans l'enceinte pendant 48 h.

*Immédiatement après cet essai, l'outil doit satisfaire aux essais de C.2 à la **tension assignée**. L'outil doit ensuite satisfaire à l'essai de l'Annexe D dans l'enceinte humide ou dans la pièce dans laquelle l'outil a été porté à la température spécifiée après réassemblage des parties qui peuvent avoir été enlevées.*

*De plus un essai de l'Article D.2 est appliqué entre les parties métalliques accessibles et le **câble d'alimentation** qui est enroulé avec la feuille métallique dans une traversée d'entrée, un dispositif de protection ou d'arrêt de traction, les vis de serrage étant serrées au couple spécifié dans le Tableau 11. La tension d'essai est de 1 250 V pour les **outils de classe I** et de 1 750 V pour les **outils de classe II**.*

14.2 L'enveloppe de l'outil doit assurer le degré de protection contre l'humidité correspondant à la classification de l'outil.

La conformité est vérifiée par l'épreuve appropriée spécifiée en 14.2.2 en tenant compte des conditions spécifiées en 14.2.1 pour l'outil.

14.2.1 *L'outil n'est pas raccordé à l'alimentation.*

Les outils sont tournés continuellement à environ 1 tour/min pendant l'essai dans les positions les plus défavorables.

Les composants électriques, les couvercles et les autres parties qui peuvent être enlevés sans l'aide d'un outil sont retirés et soumis, si nécessaire, à l'épreuve correspondante avec la partie principale.

14.2.2 *Les outils autres que IPX0 sont soumis aux essais de la CEI 60529:2013 comme suit:*

– *les outils IPX1 suivant l'essai de 14.2.1;*

- les outils IPX2 suivant l'essai de 14.2.2;
- les outils IPX3 suivant l'essai de 14.2.3a;
- les outils IPX4 suivant l'essai de 14.2.4a;
- les outils IPX5 suivant l'essai de 14.2.5;
- les outils IPX6 suivant l'essai de 14.2.6;
- les outils IPX7 suivant l'essai de 14.2.7.

Pour ce dernier essai, l'outil est immergé dans de l'eau contenant environ 1 % de NaCl.

Immédiatement après l'épreuve appropriée, l'outil doit satisfaire à l'essai de rigidité diélectrique de l'Annexe D et l'examen doit montrer qu'il n'y a pas de traces d'eau sur l'isolation qui peuvent entraîner une réduction des **lignes de fuite** et **distances d'isolement** au-dessous des valeurs spécifiées en 28.1.

14.3 Les systèmes liquides ou le débordement de liquides ne doivent pas soumettre l'utilisateur à un risque supplémentaire de choc électrique.

La conformité est vérifiée par l'essai suivant:

Le **dispositif à courant différentiel résiduel** éventuel doit être désactivé pendant l'essai. Les composants électriques, les couvercles et les autres parties qui peuvent être enlevés sans l'aide d'un outil sont retirés, à l'exception des parties qui satisfont à l'essai de 21.22.

L'outil est préparé avec une solution NaCl d'environ 1,0 % dans les modes suivants, si applicables:

- comme décrit en 8.14.2;
- le récipient de l'outil est complètement rempli, et une quantité supplémentaire, égale à 15 % de la capacité du récipient, ou à 0,25 l, selon la quantité la plus importante, est versée régulièrement en 60^{+0}_{-10} s, alors que l'outil repose dans sa position de remplissage selon 8.14.2 d);
- un récipient amovible est complètement rempli et monté et démonté 10 fois sur l'outil.

Dans chaque préparation applicable, l'outil est mis en fonctionnement à la **tension assignée** dans chaque position cohérente avec la partie applicable de la CEI 62841-2, de la CEI 62841-3 ou de la CEI 62841-4 et des instructions selon 8.14.2 b) pendant 1 min tout en contrôlant le courant de fuite selon C.3. Pendant l'essai, le courant de fuite ne doit pas dépasser:

- 2 mA pour un **outil de classe II**;
- 5 mA pour un **outil de classe I**.

À l'issue de cet essai, l'outil doit satisfaire à l'essai de rigidité diélectrique de D.2 entre les **parties actives** et les **parties accessibles** après avoir séché pendant 24 h à température ambiante.

14.4 Les systèmes liquides ne doivent pas soumettre l'utilisateur à un risque supplémentaire de choc électrique à cause de composants incapables de résister à la pression pendant le fonctionnement.

La conformité est vérifiée par l'essai suivant.

Le **dispositif à courant différentiel résiduel** éventuel doit être désactivé pendant l'essai.

Le **système liquide** est fermé et une solution NaCl d'environ 1,0 % à une pression hydrostatique égale à deux fois la pression indiquée en 8.14.2 d) 1) est appliquée pendant 1 h.

L'outil est ensuite placé pendant 1 min dans toutes les positions cohérentes avec la partie applicable de la CEI 62841-2, de la CEI 62841-3 ou de la CEI 62841-4 et des instructions selon 8.14.2 b) tout en contrôlant le courant de fuite selon C.2. Pendant l'essai, le courant de fuite ne doit pas dépasser:

- 2 mA pour un **outil de classe II**;
- 5 mA pour un **outil de classe I**.

À l'issue de cet essai, l'outil doit satisfaire à l'essai de rigidité diélectrique de D.2 entre les **parties actives** et les **parties accessibles** après avoir séché pendant 24 h à température ambiante.

14.5 Les dispositifs à courant différentiel résiduel utilisés pour assurer la protection contre les chocs en cas de défaillance du **système liquide** doivent être conformes à la CEI 61540:1999 et doivent satisfaire aux exigences a) à c) suivantes:

- a) Le **RCD** doit déconnecter les deux conducteurs du secteur, mais pas le conducteur de terre le cas échéant, lorsque la fuite dépasse 10 mA et avec une réponse maximale de 300 ms.

La conformité est vérifiée par examen et par l'essai de 9.9.2 de la CEI 61540:1999. De plus, pendant l'essai, le conducteur de terre ne doit pas être déconnecté.

- b) Le **RCD** doit être fiable pour son utilisation prévue.

*La conformité est vérifiée sous la **tension assignée** en faisant fonctionner le **dispositif à courant différentiel résiduel** dans des conditions de fuite simulée comme en a) ci-dessus pendant des conditions de rotor bloqué de l'outil pendant 50 cycles. Le **dispositif à courant différentiel résiduel** doit fonctionner correctement pendant tous les cycles.*

- c) Le **RCD** doit être installé de telle sorte qu'il ne puisse pas être retiré pendant l'utilisation ou un entretien normal.

*Cette exigence est considérée comme satisfaite si le **dispositif à courant différentiel résiduel** est fixé à l'outil ou si le **câble d'alimentation** est raccordé à l'outil.*

*Lorsqu'il est installé dans le **câble d'alimentation**, le **dispositif à courant différentiel résiduel** doit être équipé d'une **fixation du type Y** ou d'une **fixation du type Z** pour le raccordement au **câble d'alimentation** et au **câble d'interconnexion**.*

La conformité est vérifiée par examen.

15 Protection contre la rouille

15.1 Les parties en métaux ferreux utilisées pour conduire l'électricité et les parties mécaniques spécifiées dans la partie applicable de la CEI 62841-2, de la CEI 62841-3 ou de la CEI 62841-4 doivent être protégées de façon appropriée contre la rouille.

La conformité est vérifiée par l'essai suivant.

Les parties à soumettre à l'essai sont dégraissées par immersion pendant 10 min dans un agent de dégraissage approprié.

Puis elles sont plongées pendant 10 min dans une solution à 10 % de chlorure d'ammonium dans l'eau maintenue à une température de (20 ± 5) °C.

On les suspend pendant 10 min, sans séchage préalable, mais après en avoir fait tomber les gouttes éventuelles, dans une enceinte à atmosphère saturée d'humidité à une température de (20 ± 5) °C.

Lorsqu'on utilise les liquides spécifiés pour l'essai, il faut prendre des précautions adéquates pour empêcher l'inhalation de leurs vapeurs.

Les parties séchées pendant 10 min dans une étuve à une température de (100 ± 5) °C ne doivent présenter aucune trace de rouille sur leurs surfaces avec une vue normale à une distance d'au moins $(500 + 50)$ mm.

On ne prend pas en considération des traces de rouille sur les arêtes, ni un voile jaunâtre disparaissant par simple frottement.

Pour de petits ressorts hélicoïdaux et organes analogues, et pour les parties exposées à l'abrasion, une couche de graisse peut constituer une protection suffisante contre la rouille. De telles parties ne sont soumises à l'essai que s'il y a doute au sujet de l'efficacité de la couche de graisse, et l'essai est alors effectué sans dégraissage préalable.

16 Protection contre la surcharge des transformateurs et des circuits associés

Les outils comportant des circuits alimentés à partir d'un transformateur doivent être construits de telle façon que des températures excessives ne soient pas atteintes dans le transformateur ou dans les circuits associés, dans le cas de courts-circuits susceptibles de se produire.

Comme exemples de courts-circuits susceptibles de se produire, on peut citer les courts-circuits entre conducteurs nus ou mal isolés dans les circuits à **très basse tension de sécurité** qui sont accessibles et le court-circuit interne des filaments des lampes.

Un défaut de l'isolation conforme aux exigences spécifiées pour l'**isolation principale** pour la **construction de la classe I** ou de la **classe II** n'est pas considéré, pour les besoins de cette exigence, comme susceptible de se produire.

*La conformité est vérifiée en appliquant le court-circuit le plus défavorable ou la surcharge la plus défavorable susceptible de se produire en **utilisation normale**, l'outil étant mis en fonctionnement comme suit:*

- *pour les outils ayant une ou plusieurs **tensions assignées**, l'outil est mis en fonctionnement à une tension égale à 1,06 fois ou 0,94 fois la **tension assignée**, suivant la valeur la plus défavorable;*
- *pour les outils avec une **plage assignée de tensions**, l'outil est mis en fonctionnement à une tension égale à 1,06 fois la limite supérieure de la **plage assignée de tensions** ou à une tension égale à 0,94 fois la limite inférieure de la **plage assignée de tensions**, suivant la valeur la plus défavorable.*

*L'échauffement de l'isolation des conducteurs des circuits à **très basse tension de sécurité** est déterminé et ne doit pas dépasser la valeur correspondante, spécifiée dans le Tableau 1, de plus de 15 K.*

La température des enroulements des transformateurs ne doit pas dépasser la valeur spécifiée dans le Tableau 3, excepté pour les transformateurs conformes à la CEI 61558-1.

NOTE La protection des enroulements des transformateurs peut être assurée, par exemple, par l'impédance propre des enroulements ou par des fusibles, des dispositifs de commande automatiques, des **coupe-circuits thermiques** ou des dispositifs analogues incorporés au transformateur, ou des dispositifs analogues placés à l'intérieur de l'outil accessibles uniquement à l'aide d'un outil.

17 Endurance

17.1 Les outils doivent être construits de telle façon qu'il ne se produise pas de défaut électrique ou mécanique susceptible de compromettre la conformité à la présente Norme. Les isolations ne doivent pas être endommagées et les contacts et les connexions ne doivent pas se desserrer par suite d'échauffements, de vibrations, etc.

De plus, les dispositifs de protection contre les surcharges incorporés à l'outil ne doivent pas fonctionner dans les conditions normales de fonctionnement.

La conformité est vérifiée par l'essai de 17.2 et, pour les outils pourvus d'un interrupteur centrifuge ou d'un autre interrupteur de démarrage, par l'essai de 17.3 également.

*Immédiatement après ces essais, l'outil doit satisfaire à l'essai de rigidité diélectrique de l'Annexe D, les tensions d'essai étant toutefois réduites à 75 % des valeurs spécifiées. Les connexions ne doivent pas s'être desserrées, et il ne doit se produire aucune détérioration compromettant la sécurité en **utilisation normale**.*

17.2 Les **outils portatifs** et les **outils portables** sont mis en fonctionnement intermittent à vide.

NOTE 1 Les exigences relatives aux **machines pour jardins et pelouses** sont spécifiées dans la partie applicable de la CEI 62841-4.

Chaque cycle de manœuvres comprend une période de marche de 100 s et une période d'arrêt de 20 s, les périodes d'arrêt étant comprises dans la durée de fonctionnement spécifiée. Si la durée du cycle de manœuvres limité par la construction et/ou le marquage est inférieure à 100 s en "marche" et à 20 s à l'"arrêt", alors ce cycle peut être utilisé.

L'outil peut être mis sous tension et hors tension au moyen d'un interrupteur autre que celui qui est incorporé dans l'outil à moins que cela ne désactive une fonction de l'interrupteur.

*Les **outils portatifs** sont mis en fonctionnement pendant 24 h sous une tension égale à 1,1 fois la **tension assignée** la plus élevée ou à 1,1 fois la limite supérieure de la **plage assignée de tensions**, et ensuite pendant 24 h à une tension d'alimentation égale à 0,9 fois la **tension assignée** la plus faible ou à 0,9 fois la limite inférieure de la **plage assignée de tensions**. Il n'est pas nécessaire que l'outil fonctionne en continu pendant 24 h. Pendant l'essai, l'outil est placé dans trois positions différentes, la durée de fonctionnement, sous chaque tension d'essai, étant d'environ 8 h pour chaque position.*

NOTE 2 Le changement de position est effectué pour éviter que la poussière de charbon ne s'accumule de façon anormale en aucun endroit particulier. Exemples pour les trois positions: outil horizontal, outil vertical dirigé vers le haut et outil vertical dirigé vers le bas.

*Les **outils portables** sont mis en fonctionnement pendant 12 h sous une tension égale à 1,1 fois la **tension assignée** la plus élevée ou à 1,1 fois la limite supérieure de la **plage assignée de tensions**, et ensuite pendant 12 h à une tension d'alimentation égale à 0,9 fois la **tension assignée** la plus faible ou à 0,9 fois la limite inférieure de la **plage assignée de tensions**. Il n'est pas nécessaire que l'outil fonctionne en continu pendant 12 h. Pendant cet essai, l'outil est placé dans sa position de fonctionnement normal, selon 8.14.2.*

*Pendant cet essai, le remplacement des balais de charbon est autorisé et l'outil est huilé et graissé comme en **utilisation normale**. Si une défaillance mécanique se produit et ne compromet pas la conformité à la présente Norme, la partie défectueuse peut être remplacée.*

Si l'échauffement d'une partie quelconque de l'outil dépasse l'échauffement déterminé pendant l'essai de 12.1, une ventilation forcée ou des périodes de repos peuvent être appliquées, les périodes de repos n'étant pas comprises dans la durée de fonctionnement spécifiée. Si on

applique une ventilation forcée, elle ne doit pas modifier le débit d'air de l'outil ni propager de dépôt de carbone.

Au cours de ces essais, les dispositifs de protection contre les surcharges incorporés à l'outil ne doivent pas fonctionner.

17.3 *Les outils pourvus d'un interrupteur centrifuge ou d'un autre interrupteur automatique de démarrage sont démarrés 10 000 fois sous la **puissance assignée** ou le **courant assigné**, et sous une tension égale à 0,9 fois la **tension assignée** la plus faible ou à 0,9 fois la limite inférieure de la **plage assignée de tensions**, le cycle de manœuvres étant celui spécifié en 17.2.*

18 Fonctionnement anormal

18.1 *Les outils doivent être construits de façon que les risques d'incendie et de détérioration mécanique affectant la sécurité et la protection contre les chocs électriques dus à un fonctionnement anormal soient évités autant que possible.*

La conformité est vérifiée par les essais de 18.3 à 18.4 dans les conditions spécifiées en 18.2 en appliquant les critères d'acceptation de 18.1.1.

18.1.1 *Au cours des essais, l'outil ne doit pas émettre de flammes ou de métal en fusion, et la conformité est vérifiée par examen.*

*Après les essais, et une fois l'outil revenu à plus ou moins 5 K de la température ambiante, la conformité à l'Article 9 doit être conservée et l'outil doit satisfaire à l'essai de rigidité diélectrique de l'Annexe D entre les **parties actives** et les **parties accessibles**.*

Si l'outil peut encore fonctionner à l'issue de l'essai, il doit rester conforme à 19.1 mais sans répéter les essais de l'Article 20.

18.2 *Des fusibles, des **coupe-circuits thermiques sans réarmement automatique**, des relais à maximum de courant ou dispositifs analogues incorporés à l'outil peuvent être utilisés pour constituer la protection nécessaire. Les **circuits électroniques** qui servent à la protection doivent être évalués en ce qui concerne la **fonction critique pour la sécurité** comme en 18.8.*

*Sauf spécification contraire, les essais sont poursuivis jusqu'à ce qu'un **dispositif de protection** fonctionne, ou jusqu'à établissement des conditions de régime ou jusqu'à ce qu'un circuit ouvert se produise. S'il s'agit d'une partie intentionnellement faible qui ouvre le circuit d'une façon définitive pour mettre fin à l'essai, l'essai applicable est répété sur un deuxième échantillon. Ce deuxième essai doit être terminé de la même façon, à moins que l'essai ait été mené à bien d'une autre manière.*

*Une partie intentionnellement faible est une partie prévue pour céder dans des conditions de fonctionnement anormal, de manière à empêcher l'apparition d'une situation qui peut compromettre la conformité à la présente Norme. Une telle partie peut être un composant remplaçable, tel qu'une résistance ou un condensateur ou un **fusible thermique**, ou une partie d'un composant à remplacer, tel qu'un **déclencheur thermique** inaccessible et non réinitialisable incorporé dans un moteur.*

18.3 *Les outils comportant un moteur série sont mis en fonctionnement sans **accessoires** sous une tension égale à 1,3 fois la **tension assignée** pendant 1 min à vide.*

Au cours de l'essai, les parties ne doivent pas être éjectées de l'outil. Après cet essai, l'outil n'est pas nécessairement en état d'utilisation.

Un dispositif supplémentaire incorporé à l'outil pour limiter la vitesse peut fonctionner au cours de l'essai.

18.4 Les outils comportant des moteurs polyphasés à induction sont mis en fonctionnement, en démarrant à froid,

- pendant 30 s s'ils sont maintenus en fonctionnement manuellement ou s'ils sont chargés continuellement manuellement;
- ou autrement pendant 5 min;

avec une phase déconnectée et avec le couple produit en fonctionnement sous la **tension assignée** ou la valeur moyenne de la **plage assignée de tensions** avec la **puissance assignée** ou le **courant assigné**.

À la fin de la période d'essai spécifiée, ou au moment du fonctionnement des fusibles, des **déclencheurs thermiques**, des dispositifs de protection des moteurs ou des dispositifs analogues, la température des enroulements ne doit pas dépasser les valeurs indiquées au Tableau 3.

Tableau 3 – Température maximale des enroulements

Classe	105	120	130	155	180	200	220	250
Température °C	200	215	225	240	260	280	300	330

18.5 La protection contre les chocs électriques ne doit pas être affectée lorsqu'un **outil de classe II** ou **de classe I** utilisant une **construction de la classe II** (voir 5.10) est soumis à des conditions de fonctionnement de surcharge.

Pour les outils autres que les **machines pour jardins et pelouses** couverts par une partie applicable de la CEI 62841-4, comportant

- des moteurs série, la conformité est vérifiée par l'essai de 18.5.1. Dans le cas d'un **outil de classe I** comportant un moteur série utilisant une construction d'induit de classe II, l'essai de 18.5.1 est remplacé par l'essai de 18.5.2;
- des moteurs comportant des enroulements statoriques commutés électroniquement, la conformité est vérifiée par l'essai de 18.5.4;
- d'autres moteurs, la conformité est vérifiée par l'essai de 18.5.3.

Pour les **machines pour jardins et pelouses**, l'essai exigé est spécifié dans la partie applicable de la CEI 62841-4.

18.5.1 Tous les fusibles, les **coupe-circuits thermiques**, les dispositifs de protection contre les surcharges et les dispositifs analogues spécifiés en 18.2 qui sont accessibles ou qui peuvent être remis en service par l'utilisateur sans l'aide d'un outil et les **dispositifs de protection** à réarmement automatique sont court-circuités.

La fonction des **circuits électroniques** qui empêchent l'outil de fonctionner à 160 % du **courant assigné** doit être désactivée, à moins que cette fonction n'ait été évaluée comme une **fonction critique pour la sécurité** selon 18.8. L'outil est connecté à un circuit de 12 kVA minimum.

Le courant de fuite entre les **parties actives** et les **parties accessibles**, qui ne sont pas mises à la terre par une construction de la classe I, est mesuré selon C.3 et est contrôlé au cours de l'essai et après l'essai jusqu'à la stabilisation du courant de fuite ou à sa diminution. Le courant de fuite ne doit pas dépasser 2 mA.

L'outil est alimenté à la **tension assignée**. L'outil est chargé à 160 % du **courant assigné**. La charge mécanique est maintenue soit pendant 15 min soit jusqu'à ce que les circuits ouverts de l'outil ou une flamme apparaissent. Si l'outil ne fonctionne pas à 160 %, il est calé pendant 15 min ou jusqu'à ce que les circuits ouverts de l'outil ou une flamme apparaissent. Si de telles conditions se produisent, interrompre le courant immédiatement et, si des flammes apparaissent, les éteindre avec un extincteur au CO₂.

Une fois l'outil revenu à plus ou moins 5 K de la température ambiante, un essai de rigidité diélectrique selon D.2 est effectué entre les **parties actives** et les **parties accessibles** qui ne sont pas mises à la terre par une construction de la classe I comme suit:

- Si un outil ne fonctionne pas après 15 min, appliquer un essai de rigidité diélectrique à 1 500 V;
- Si un outil fonctionne encore après 15 min appliquer un essai de rigidité diélectrique à 2 500 V.

Si l'outil a ouvert le circuit d'une façon définitive en raison d'une condition de surchauffe avant que 15 min ne se soient écoulées pour n'importe quelle raison sauf l'ouverture d'un enroulement de moteur, l'essai doit être répété. Ce deuxième essai doit être terminé dans le même mode, à moins que l'essai ait été mené à bien d'une autre manière.

Si l'essai a pris fin à cause d'une fonction de limite thermique sans réarmement automatique d'un **circuit électronique**, ce circuit doit être soit shunté, soit évalué comme une **fonction critique pour la sécurité** en 18.8.

Si l'outil a ouvert le circuit d'une façon définitive pour d'autres raisons, la cause est déterminée et suivie dans un nouvel échantillon et l'essai est répété.

18.5.2 Un échantillon de l'induit est connecté à un circuit de 12 kVA minimum.

Le courant de fuite entre les lames de collecteur et l'arbre de l'induit, est mesuré avec 1,06 fois la **tension assignée** de l'outil, appliquée entre les lames de collecteur, espacées de 180°, et l'arbre de l'induit (voir la Figure 3). Le courant de fuite est contrôlé au cours de l'essai et après l'essai, jusqu'à sa stabilisation ou sa diminution. Le courant de fuite ne doit pas dépasser 2 mA.

L'induit est soumis à 160 % du **courant assigné**. Le courant est appliqué aux lames de collecteur qui sont espacées de 180°. Le courant, sans réglage supplémentaire, est appliqué soit pendant 15 min, soit jusqu'à ce que les circuits ouverts de l'induit ou une flamme apparaissent. Si de telles conditions se produisent, ouvrir S1 de la Figure 3 immédiatement et, si des flammes apparaissent, les éteindre avec un extincteur au CO₂.

Une fois l'induit revenu à plus ou moins 5 K de la température ambiante, un essai de rigidité diélectrique de 1 500 V selon D.2 est effectué entre les lames de collecteur et l'arbre d'induit.

18.5.3 L'outil est connecté à un circuit de 12 kVA minimum et est utilisé calé et dans les conditions de 18.2 en

- bloquant le rotor des outils pour lesquels le couple du rotor bloqué est plus petit que le couple à pleine charge;
- bloquant les parties mobiles des autres outils.

Si un outil comporte plus d'un moteur, l'essai est effectué pour chaque moteur séparément.

Les outils comprenant des moteurs et des condensateurs dans le circuit d'un enroulement auxiliaire sont mis en fonctionnement avec le rotor bloqué, les condensateurs étant ouverts chacun leur tour. L'essai est répété avec les condensateurs court-circuités chacun leur tour, à moins qu'ils ne soient de la classe P2 de la CEI 60252-1.

D'autres outils sont alimentés sous la **tension assignée** pendant

- 30 s pour
 - les **outils portatifs**,
 - les outils qu'il faut maintenir en fonctionnement avec la main ou avec le pied, et
 - les outils qui sont chargés continuellement manuellement;
- 5 min pour les autres outils fonctionnant sous surveillance. Les outils qui sont soumis à l'essai pendant 5 min sont indiqués dans la partie applicable de la CEI 62841-3 ou de la CEI 62841-4.

Au cours de l'essai, la température des enroulements ne doit pas dépasser la valeur applicable spécifiée dans le Tableau 3 et les critères d'acceptation de 18.1.1 doivent être appliqués.

18.5.4 Les moteurs comportant des enroulements statoriques commutés électroniquement sont évalués dans des conditions qui représentent tous les défauts statiques possibles des sorties des circuits d'entraînement du moteur, à moins que ces circuits aient une fonction de protection permettant d'empêcher ces défauts, qui a été évaluée comme une **SCF** selon 18.8 avec un **PL minimal** (niveau de performance – performance level) = a.

NOTE Par exemple, tous les défauts statiques possibles dans un moteur sans balai à armement en delta avec les phases A, B et C alimentées par un circuit triphasé d'entraînement de moteur sont soumis à l'essai dans deux cas:
 1. application de la tension d'alimentation du circuit d'entraînement de moteur entre les phases A et B court-circuitées ensemble et la phase C; et
 2. application de la tension d'alimentation du circuit d'entraînement de moteur entre la phase A et la phase B, la phase C étant ouverte.

Un nouvel échantillon est utilisé pour chaque défaut représentatif.

Tous les fusibles, les **coupe-circuits thermiques**, les dispositifs de protection contre les surcharges et les dispositifs analogues spécifiés en 18.2 qui sont accessibles ou qui peuvent être remis en service par l'utilisateur sans l'aide d'un outil et les **dispositifs de protection à réarmement automatique** sont court-circuités.

Le courant de fuite entre les **parties actives** et les **parties accessibles**, qui ne sont pas mises à la terre par une construction de la classe I, est mesuré selon C.3 et est contrôlé au cours de l'essai et après l'essai jusqu'à la stabilisation du courant de fuite ou à sa diminution. Le courant de fuite ne doit pas dépasser 2 mA.

Les enroulements sont alimentés en appliquant la tension de la source des circuits de l'entraînement de moteur pendant 15 min ou jusqu'à ce que les circuits ouverts de l'enroulement ou une flamme apparaissent. Si de telles conditions se produisent, interrompre le courant immédiatement et, si des flammes apparaissent, les éteindre avec un extincteur au CO₂.

Une fois l'outil revenu à plus ou moins 5 K de la température ambiante, un essai de rigidité diélectrique selon D.2 est effectué entre les **parties actives** et les **parties accessibles** qui ne sont pas mises à la terre par une construction de la classe I comme suit:

- si un enroulement est en circuit ouvert, appliquer un essai de rigidité diélectrique à 1 500 V;
- si aucun enroulement n'est en circuit ouvert, appliquer un essai de rigidité diélectrique à 2 500 V.

18.6 Les **circuits électroniques** doivent être conçus et mis en œuvre de sorte qu'aucune condition de défaut ne rende l'appareil non sûr en ce qui concerne les chocs électriques, les dangers d'incendie ou l'accessibilité à des parties en mouvement.

La conformité est vérifiée par une évaluation des conditions de défaut, spécifiée en 18.6.1 pour tous les circuits ou toutes les parties des circuits.

L'outil contenant le circuit est à placer sur une surface en bois tendre recouverte de deux couches de papier mousseline; l'échantillon est à recouvrir par une couche de gaze médicale 100 % coton non traité. L'outil est alimenté à la **tension assignée**. Un nouvel échantillon peut être utilisé pour chaque défaut indiqué en 18.6.1.

Aucune carbonisation ou combustion de la gaze ou du papier mousseline ne doit se produire. La carbonisation est définie comme un noircissement de la gaze causé par la combustion. Une décoloration de la gaze causée par la fumée est acceptable. Carboniser ou allumer le papier mousseline ou la gaze par le même moyen utilisé pour provoquer un court-circuit n'est pas considéré comme une défaillance.

La protection contre les chocs électriques comme spécifié à l'Article 9 doit être maintenue.

La protection contre l'accessibilité à des parties en mouvement comme spécifié en 19.1 doit être maintenue, si l'essai a eu pour résultat la création de nouveaux orifices dans l'enveloppe.

Si un circuit satisfait aux exigences d'un circuit à basse puissance comme décrit à l'Annexe H et qu'il n'y a pas de risque de choc électrique ni de perte d'une **fonction critique pour la sécurité** comme défini en 18.8, alors cette évaluation n'est pas effectuée.

Si le circuit est encapsulé dans une matière isolante d'une épaisseur minimale de 0,5 mm et qu'il n'y a pas de risque de perte d'une **fonction critique pour la sécurité**, alors le circuit peut être évalué en ouvrant le circuit de toute connexion et en court-circuitant l'une des deux connexions au circuit encapsulé. L'encapsulation n'est pas nécessaire pour couvrir complètement des condensateurs électrolytiques.

NOTE 1 Généralement, l'encapsulation limite de façon efficace la probabilité de la propagation du feu dans le circuit encapsulé. Les condensateurs électrolytiques exigent souvent une surface dégagée pour permettre l'évacuation dans les conditions de défaut.

Les fusibles, les **coupe-circuits thermiques**, les **protecteurs thermiques**, les **limiteurs de température**, les dispositifs électroniques ou le ou les composants et le ou les conducteurs qui interrompent le courant peuvent fonctionner pendant les essais ci-dessus, à condition qu'au moins une des conditions suivantes soit remplie:

- l'essai est répété et effectué deux autres fois, en utilisant deux échantillons supplémentaires; ou
- l'outil satisfait à l'essai de 18.6.1 avec le fusible ou le **coupe circuit thermique** ou le **protecteur thermique ponté**; ou
- si un thermofusible miniature conforme à la CEI 60127 fonctionne, l'outil satisfait à l'essai de 18.6.2.

Si le circuit d'un conducteur d'un circuit imprimé s'ouvre, l'outil est considéré comme ayant satisfait à l'essai particulier, pourvu que les conditions suivantes soient toutes satisfaites:

- aucun conducteur desserré ne réduit les **lignes de fuite** ou les **distances d'isolement** entre **parties actives** et parties conductrices accessibles, en-dessous des valeurs spécifiées à l'Article 28;
- l'outil satisfait à l'essai lorsque l'essai est répété avec le conducteur en circuit ouvert ponté, ou bien, l'essai peut être répété deux fois à l'aide de deux échantillons supplémentaires, à condition que chaque essai ouvre le conducteur au même moment.

NOTE 2 L'examen de l'outil et du schéma de son circuit révèle les conditions de défaut à simuler par l'analyse du circuit, de sorte que les essais peuvent être limités aux cas dont on peut attendre qu'ils donnent les résultats les plus défavorables.

18.6.1 Les conditions de défaut suivantes sont considérées et, si nécessaire, appliquées à tour de rôle; tout défaut qui en est la conséquence est pris en considération:

- a) mise en court-circuit des **lignes de fuite** et des **distances d'isolement** entre parties conductrices de polarité différente, si ces distances sont inférieures aux valeurs spécifiées à l'Article 28, à moins que la partie correspondante ne soit encapsulée;
- b) ouverture du circuit aux bornes d'un composant;
- c) court-circuit des condensateurs, à moins qu'ils ne satisfassent à la CEI 60384-14;
- d) court-circuit entre deux bornes d'un **composant électronique** autre qu'un circuit intégré monolithique. Cette condition n'est pas appliquée entre les deux circuits d'un optocoupleur;
- e) défaillance de triacs en mode diode;
- f) défaillance d'un circuit intégré monolithique ou d'autres circuits ne pouvant être évalués par les conditions de défaut a) à e). Dans ce cas, les situations dangereuses possibles de l'outil sont évaluées pour s'assurer que la sécurité ne dépend pas du fonctionnement correct d'un tel composant. Tous les signaux de sortie possibles sont considérés dans les conditions de défaut à l'intérieur du circuit intégré. S'il peut être montré qu'un signal de sortie particulier n'est pas susceptible de se produire, le défaut correspondant n'est pas considéré.

Les composants tels que les thyristors et les triacs ne sont pas soumis à la condition de défaut f).

Les résistances à coefficient de température positif (CTP) ne sont pas court-circuitées si elles sont utilisées suivant les spécifications déclarées par leur fabricant.

Pour simuler les conditions de défaut, l'outil est mis en fonctionnement à vide, ajusté à la vitesse de sortie maximale.

L'essai est effectué jusqu'à la défaillance ou jusqu'à ce qu'un des événements suivants se produise:

- pour les outils alimentés par le secteur, l'outil n'utilise plus le courant d'alimentation; ou
- les conditions de régime sont établies; ou
- les échantillons d'essai reviennent à plus ou moins 5 K de la température ambiante; ou
- 3 h se sont écoulées.

18.6.2 Si la sécurité de l'outil dépend du fonctionnement d'un fusible miniature satisfaisant à la CEI 60127 pour l'une des conditions de défaut spécifiées en 18.6.1, les résultats d'essai de 18.6.1 sont acceptables, à condition que l'essai soit répété en remplaçant le fusible miniature par un ampèremètre. Si le courant mesuré

- ne dépasse pas 2,1 fois le courant assigné du fusible, le circuit n'est pas considéré comme étant protégé de manière adéquate et l'essai est effectué avec le fusible court-circuité;
- est au moins égal à 2,75 fois le courant assigné du fusible, les circuits sont considérés comme étant protégés de manière adéquate;
- est compris entre 2,1 fois et 2,75 fois le courant assigné, le fusible est court-circuité et l'essai est effectué
 - pour les fusibles à action rapide, pendant la période correspondante ou pendant 30 min, suivant la durée la plus courte;
 - pour les fusibles à fusion temporisée, pendant la période correspondante ou pendant 2 min, suivant la durée la plus courte.

En cas de doute, il faut prendre en compte la résistance maximale du fusible lors de la détermination du courant.

NOTE La vérification pour savoir si le fusible agit comme dispositif de protection est basée sur les caractéristiques de fusion spécifiées dans la CEI 60127-3, qui donne également les informations nécessaires pour calculer la résistance maximale du fusible.

18.7 Les interrupteurs ou autres dispositifs d'inversion moteur doivent supporter les contraintes survenant lorsque le sens de rotation est inversé dans les conditions de marche, si un tel changement est possible.

La conformité est vérifiée par l'essai suivant.

*L'outil est mis en fonctionnement à une tension égale à la **tension assignée** à vide, le dispositif pour inverser le sens de rotation étant dans une position telle que le rotor tourne dans une direction à pleine vitesse.*

Le sens de rotation est alors inversé, le dispositif ne restant pas dans une position "arrêt" intermédiaire.

Cette séquence de fonctionnement est effectuée 25 fois.

Après l'essai, il ne doit se produire aucun défaut électrique ou mécanique au niveau de l'interrupteur. Si l'interrupteur fonctionne correctement en position "marche" ou "arrêt" à la fin de l'essai, on considère qu'il n'y a ni défaillance mécanique ni défaillance électrique.

18.8 Circuits électroniques fournissant des fonctions critiques pour la sécurité

18.8.1 Généralités

Les **circuits électroniques** qui assurent des **fonctions critiques pour la sécurité** doivent être

- fiables
et
- non susceptibles de ne plus assurer la **fonction critique pour la sécurité** en raison d'une exposition aux contraintes environnementales électromagnétiques encourues dans les environnements prévus.

*La conformité est vérifiée en exposant ces **circuits électroniques** aux essais d'immunité décrits de*

- 18.8.2 à 18.8.6 pour les **circuits électroniques** sans fréquence d'horloge interne ni fréquence d'oscillateur supérieure à 15 MHz;
- 18.8.2 à 18.8.7 pour tous les autres **circuits électroniques**;

*qui doivent être satisfaits sans perte de la **fonction critique pour la sécurité**. Les essais sont effectués avec l'outil alimenté sous la **tension assignée** ou sous la valeur moyenne de la **plage assignée de tensions**, à moins que la différence entre les limites supérieure et inférieure de la **plage assignée de tensions** ne soit supérieure à 20 % de la valeur moyenne de la plage, auquel cas l'essai est effectué aux limites supérieure et inférieure de la **plage assignée de tensions**.*

*De plus, ces **circuits électroniques** doivent être évalués à l'aide des conditions de défaut de 18.6.1 mais ne doivent pas avoir pour résultat la perte d'une **fonction critique pour la sécurité** ou doivent placer et maintenir l'outil dans un état sûr alors que la condition de défaut est présente. Si le concept de 18.6.1 n'est pas approprié à cause de la conception du **circuit électronique** (par exemple, dans le cas d'une conception à canal unique), alors sa fiabilité doit être évaluée par les méthodes de l'ISO 13849-1. Les niveaux de performance exigés pour la **fonction critique pour la sécurité** applicable sont spécifiés par la partie applicable de la CEI 62841-2, de la CEI 62841-3 ou de la CEI 62841-4. Les **fonctions critiques pour la sécurité** sont indiquées dans le Tableau 4.*

NOTE 1 Un exemple d'état sûr est un outil qui ne peut pas fonctionner.

Tableau 4 – Niveaux de performance exigés

Type et objectif de la SCF	Niveau de Performance minimal (PL)
Interrupteur de puissance – prévient une mise en service involontaire	*
Interrupteur de puissance – permet un arrêt volontaire	*
Pour les outils dont le marquage du sens de rotation est exigé par la partie applicable de la CEI 62841-2, de la CEI 62841-3 ou de la CEI 62841-4: Fournir le sens de rotation souhaité	*
La commande électronique satisfaisant à l'essai de 18.3	*
Pour les outils couverts par 19.6: Empêcher la survitesse pour empêcher que la vitesse de sortie soit supérieure à 130 % de la vitesse assignée (à vide)	*
Pour les outils autres que ceux couverts par 19.6 ou dont la vitesse de sortie augmente sans dépasser 130% de la vitesse assignée (à vide): Tout dispositif pour limiter la vitesse	Il ne s'agit pas d'une SCF
Redémarrer la protection, si c'est exigé dans la partie applicable de la CEI 62841-2, de la CEI 62841-3 ou de la CEI 62841-4	*
Démarrage progressif, si c'est exigé dans la partie applicable de la CEI 62841-2, de la CEI 62841-3 ou de la CEI 62841-4	*
Empêche le dépassement des limites thermiques de l'Article 18	*
Empêche le réarmement automatique, comme exigé en 23.3	*
* Les niveaux de performance sont à spécifier dans la partie applicable de la CEI 62841-2, de la CEI 62841-3 ou de la CEI 62841-4 ou; pour les outils auxquels ne correspond aucune partie applicable de la CEI 62841-2, de la CEI 62841-3 ou de la CEI 62841-4, conformément à l'ISO 13849-1 qui utilise l'Annexe E comme guide.	

NOTE 2 En Europe (EN 62841-1), la note de bas de page du Tableau 4 est la suivante:

* Les niveaux de performance sont à spécifier dans la partie applicable de la CEI 62841-2, de la CEI 62841-3 ou de la CEI 62841-4.

Si seule la $MTTF_d$ est appliquée pour obtenir le PL exigé, la $MTTF_d$ minimale exigée pour chaque PL doit être la suivante:

- $PL = a$: $MTTF_d = 5$ ans;
- $PL = b$: $MTTF_d = 20$ ans;
- $PL = c$: $MTTF_d = 50$ ans.

Pour les fonctions critiques pour la sécurité qui n'apparaissent pas dans le Tableau 4 et assurées par les circuits électroniques, les valeurs de PL doivent être déterminées à l'aide des méthodes de l'ISO 13849-1.

NOTE 3 L'Annexe E donne des lignes directrices relatives à l'application de l'ISO 13849-1 pour les SCF des produits couverts par la présente Norme.

NOTE 4 En Europe (EN 62841-1), l'alinéa ci-dessus et la NOTE 3 ne s'appliquent pas.

Les logiciels utilisés dans des portions du circuit comportant un microcontrôleur ou dans d'autres dispositifs programmables doivent être conformes aux exigences relatives à la classe de logiciel B selon H.11.12.3 de la CEI 60730-1:2010, si la défaillance de ces circuits crée une perte de la fonction critique pour la sécurité. Si la classe de logiciel B est réalisée par canal unique avec auto-essai périodique, on considère comme acceptable la période soit après chaque activation de l'interrupteur de puissance soit un maximum de 5 min.

H.11.12.3.4.1 ne s'applique que pour une SCF dont le PL = c ou plus.

NOTE 5 L'autorisation d'utiliser des microcontrôleurs et d'autres dispositifs logiques programmables, considérés comme des "circuits électroniques complexes", pour la catégorie 1 conformément à l'ISO 13849-1, dépend de leur conformité aux exigences du H.11.12.3 de la CEI 60730-1:2010.

Toute conception qui ne fait qu'avertir l'utilisateur de la perte de la **SCF** n'est pas considérée comme suffisante pour satisfaire au PL exigé.

18.8.2 L'outil est soumis aux décharges électrostatiques conformément à la CEI 61000-4-2:2008, le niveau d'essai 4 étant applicable à la décharge dans l'air et le niveau d'essai 3 étant applicable à la décharge au contact. On applique dix décharges à polarité positives et dix décharges à polarité négative.

18.8.3 L'outil est soumis aux salves transitoires rapides conformément à la CEI 61000-4-4:2012, le niveau d'essai 3 étant applicable. Les salves sont appliquées avec une fréquence de répétition de 5 kHz pendant 2 min avec une polarité positive et pendant 2 min avec une polarité négative.

18.8.4 Les bornes d'alimentation de l'outil sont soumises à des tensions de choc conformément à la CEI 61000-4-5:2005, en appliquant cinq impulsions positives et cinq impulsions négatives aux points sélectionnés. Le niveau d'essai 3 est applicable au mode de couplage entre phases, en utilisant un générateur d'impédance de source de 2 Ω . Le niveau d'essai 4 est applicable au mode de couplage phase-terre, en utilisant un générateur d'impédance de source de 12 Ω .

Pour les outils dont les parafoudres comprennent des éclateurs, l'essai est répété à un niveau qui correspond à 95 % de la tension de contournement.

18.8.5 L'outil est soumis aux courants injectés conformément à la CEI 61000-4-6:2008, le niveau d'essai 3 étant applicable. Au cours de l'essai, toutes les fréquences comprises entre 0,15 MHz et 230 MHz sont couvertes.

18.8.6 L'outil est soumis aux creux et aux coupures de tension de Classe 3 conformément à la CEI 61000-4-11:2004. Les valeurs spécifiées dans le Tableau 1 et le Tableau 2 de la CEI 61000-4-11:2004 sont appliquées au passage par zéro de la tension d'alimentation.

18.8.7 L'outil est soumis aux champs rayonnés conformément à la CEI 61000-4-3:2010, le niveau d'essai 3 étant applicable. Les plages de fréquences soumises à l'essai doivent être comprises entre 80 MHz et 1 000 MHz.

NOTE Il faut que le temps de palier pour chaque fréquence soit suffisant pour observer un dysfonctionnement possible du circuit assurant une **fonction critique pour la sécurité**.

19 Dangers mécaniques

19.1 Les parties mobiles et autres parties dangereuses de l'outil doivent, dans la mesure où cela est compatible avec l'emploi et le fonctionnement de l'outil, être disposées ou enfermées de façon à fournir une protection appropriée des personnes contre les accidents.

Les enveloppes de protection, les couvercles, les **protecteurs** et les éléments analogues doivent avoir une résistance mécanique suffisante pour leur utilisation prévue. Ils ne doivent pouvoir être retirés qu'à l'aide d'un outil.

Lorsqu'il est utilisé comme protection de l'organe de travail, le **protecteur ajustable** doit avoir un dispositif de réglage convenable et facilement accessible, afin de minimiser l'accès aux parties dangereuses.

L'utilisation et le réglage d'un **protecteur** ne doivent pas créer d'autres dangers, par exemple en réduisant ou obstruant la vue de l'opérateur, en dissipant de la chaleur ou en provoquant d'autres dangers prévisibles.

La conformité est vérifiée par examen, par les essais de l'Article 20 et au moyen de la sonde d'essai de la CEI 61032:1997 avec une force inférieure à 5 N. Avant l'application de la sonde d'essai, les matériaux doux (élastomères), tels que les revêtements en matériau souple, doivent être retirés. Il ne doit pas être possible de toucher des parties mobiles dangereuses avec la sonde d'essai. Cet essai n'est pas applicable aux ouvertures prévues pour récupérer les poussières sans dispositifs collecteurs de poussière, telles qu'elles sont soumises à l'essai selon 19.3.

19.2 Les outils ne doivent pas présenter d'arêtes vives ou irrégulières, susceptibles de représenter un danger pour l'utilisateur, à part celles nécessaires au fonctionnement de l'outil.

La conformité est vérifiée par examen.

19.3 Il ne doit pas être possible d'atteindre les parties mobiles dangereuses par les ouvertures prévues pour récupérer les poussières, les éventuelles **parties amovibles** ou les éventuelles ouvertures prévues pour des collecteurs de poussières étant enlevées.

La conformité est vérifiée au moyen d'une sonde d'essai rigide ayant les dimensions de la sonde d'essai B de la CEI 61032:1997, mais sans aucune articulation, avec une force inférieure à 5 N.

19.4 Les **outils portatifs** doivent comporter au moins une poignée ou une surface de préhension pour assurer une manipulation en toute sécurité pendant l'utilisation.

Les **outils portables** doivent comporter au moins une poignée, une surface de préhension ou caractéristique analogue pour assurer un transport en toute sécurité.

Les **machines pour jardins et pelouses** doivent posséder des surfaces de préhension appropriées pour assurer une manipulation en toute sécurité pendant l'utilisation.

La conformité est vérifiée par examen.

19.5 Les outils doivent être conçus et construits de manière à permettre, si nécessaire, une vérification visuelle du contact de l'outil tranchant avec la pièce à usiner.

La conformité est vérifiée par examen.

19.6 Pour tous les outils pour lesquels la partie applicable de la CEI 62841-2, de la CEI 62841-3 ou de la CEI 62841-4 exige que la **vitesse assignée à vide** soit indiquée sur l'outil, la vitesse à vide de l'arbre à la **tension assignée** ne doit pas dépasser 110 % de la **vitesse assignée à vide**.

*La conformité est vérifiée en mesurant la vitesse de l'arbre après avoir fait fonctionner l'appareil à vide pendant 5 min. Au cours de l'essai, les **accessoires** démontables ne sont pas montés.*

19.7 Les **outils portables** et les **machines pour jardins et pelouses** destinés à être utilisés sur une surface telle que le sol ou une table doivent avoir une stabilité suffisante.

La conformité est vérifiée par l'essai suivant, les outils équipés d'un socle de connecteur étant munis d'une prise mobile de connecteur et d'un câble ou d'un cordon souple.

L'outil est placé moteur éteint dans n'importe quelle position normale d'utilisation sur un plan incliné de 10° par rapport à l'horizontale, le câble ou le cordon reposant sur le plan incliné dans la position la plus défavorable. Si, cependant, l'outil est tel que, s'il est incliné selon un angle de 10° lorsqu'il est placé sur un plan horizontal, une de ses parties, qui n'est en principe pas en contact avec la surface de support, entre en contact avec le plan horizontal, l'outil est placé

sur un support horizontal et basculé dans la direction la plus défavorable selon un angle de 10°. Pour l'essai, on empêche l'outil de glisser.

Les outils munis de porte sont soumis à l'essai, les portes ouvertes ou fermées, suivant la position la plus défavorable.

Les outils destinés à être remplis de liquide par l'utilisateur, en **utilisation normale**, sont soumis à l'essai vides ou remplis avec la quantité la plus défavorable d'eau ou du liquide recommandé, jusqu'à la capacité assignée.

L'outil ne doit pas basculer.

19.8 Les **outils portables** équipés de roues identifiés dans la partie applicable de la CEI 62841-3 doivent avoir une stabilité suffisante pendant le transport.

La conformité est vérifiée par l'essai suivant.

L'outil est maintenu dans sa position normale de transport alors qu'il est transporté perpendiculairement, dans un sens puis dans l'autre, à la pente d'un plan incliné selon un angle de 10° à l'horizontale, le câble ou le cordon emballé et rangé. L'outil ne doit pas basculer.

19.9 Si, selon 8.14.2, l'utilisateur a pour instruction, par exemple pour l'entretien, de retirer un **protecteur fixe** afin de convertir l'outil ou de changer l'**accessoire**, alors les fixations doivent restées fixées au **protecteur** ou aux appareils. S'il n'est pas nécessaire de retirer complètement une fixation pour retirer le **protecteur**, on doit le considérer comme encore fixé.

La conformité est vérifiée par examen et par un essai manuel.

20 Résistance mécanique

20.1 Les outils doivent avoir une résistance mécanique suffisante et doivent être construits de manière à pouvoir supporter les contraintes de manipulation susceptibles de se produire.

La conformité est vérifiée par les essais de 20.2, 20.3 et 20.4.

Immédiatement après les essais, l'outil doit satisfaire à l'essai de rigidité diélectrique comme spécifié à l'Annexe D entre les **parties actives** et les **parties accessibles** et les **parties actives** ne doivent pas devenir accessibles, comme spécifié à l'Article 9.

Une détérioration de la peinture, de faibles enfoncements et craquelures qui ne réduisent pas les **lignes de fuite** ou les **distances d'isolement** au-dessous des valeurs spécifiées en 28.1 et de petites ébréchures qui n'affectent pas la protection contre les chocs ou l'humidité ne sont pas retenus.

La sécurité mécanique de l'outil ne doit pas être affectée, comme exigé par la présente Norme.

Si une enveloppe décorative est doublée par une enveloppe intérieure, il n'est pas tenu compte du bris de l'enveloppe décorative si l'enveloppe intérieure satisfait à l'essai après l'enlèvement de l'enveloppe décorative.

20.2 Des coups sont appliqués à l'outil au moyen de l'appareil de choc à ressort conformément à l'Article 5 de la CEI 60068-2-75:1997.

Le ressort est réglé de telle façon que le marteau frappe avec l'énergie d'impact indiquée au Tableau 5.

Tableau 5 – Énergies d'impact

Parties à soumettre à l'essai	Énergie d'impact J
Porte-balais	0,5 ± 0,05
Autres parties	1,0 ± 0,05

L'outil est placé sur un support rigide et trois coups sont appliqués en chaque point de l'enveloppe présumé faible.

Si nécessaire, les coups sont également appliqués aux **protecteurs**, aux couvercles, aux leviers, aux boutons et aux organes analogues.

20.3 Pour les **outils portatifs** et les **machines pour jardins et pelouses** portatives, 20.3.1 s'applique. Pour les **outils portables**, 20.3.2 s'applique. Pour les **machines pour jardins et pelouses** posées au sol, les exigences sont indiquées dans la partie applicable de la CEI 62841-4.

20.3.1 Un **outil portatif** est laissé tomber trois fois d'une hauteur de 1 m sur une surface en béton. Pour ces trois chutes, l'échantillon est soumis à l'essai dans les trois positions les plus défavorables, le bas de l'outil se trouvant à 1 m au-dessus de la surface en béton. Les **accessoires** démontables ne sont pas montés.

Si les **fixations** sont fournies de façon conforme à 8.14.2, l'essai est répété avec chaque **fixation** ou chaque combinaison de **fixations** montée sur un échantillon d'outil séparé.

20.3.2 Un **outil portable**, placé en position de fonctionnement normal, est touché avec une sphère en acier lisse d'un diamètre de (50 ± 2) mm et pesant $(0,55 \pm 0,03)$ kg. Si une partie de l'outil peut être touchée par en haut, la sphère est lâchée d'une position de repos pour frapper le composant. Sinon, la sphère est suspendue par un cordon et laissée tomber d'une position de repos à la façon d'un pendule pour frapper la surface de l'outil à soumettre à l'essai. Dans les deux cas, la course verticale de la sphère est $(1,3 \pm 0,1)$ m.

Un **protecteur** qui est démonté est acceptable, s'il fonctionne correctement une fois remonté.

La déformation d'un **protecteur** ou d'une autre partie est acceptable, si la partie peut retrouver sa forme originale.

Une détérioration de l'outil ou d'une portion du système d'entraînement, autre qu'un **protecteur** est acceptable, si l'outil ne peut plus avoir un **fonctionnement normal**.

20.4 Les capots accessibles des porte-balais doivent avoir une résistance mécanique appropriée.

La conformité est vérifiée par examen et, en cas de doute, en enlevant et en remplaçant les balais 10 fois, le couple de torsion appliqué en serrant le capot étant celui indiqué dans le Tableau 6.

Tableau 6 – Couples d'essai

Largeur de la lame du tournevis mm	Couple Nm
Inférieure ou égale à 2,8	0,4
Comprise entre 2,8 et 3,0 inclus	0,5
Comprise entre 3,0 et 4,1 inclus	0,6
Comprise entre 4,1 et 4,7 inclus	0,9
Comprise entre 4,7 et 5,3 inclus	1,0
Supérieure à 5,3	1,25

Après cet essai, le porte-balais ne doit présenter aucune détérioration nuisant à son utilisation ultérieure, le filet éventuel ne doit pas être endommagé et le capot ne doit présenter aucune craquelure.

La largeur de la lame du tournevis d'essai doit être aussi large que possible, mais ne doit pas dépasser la longueur de la fente dans le capot. Toutefois, si le diamètre du filetage est plus petit que la longueur de la fente, la largeur de la lame ne doit pas dépasser le diamètre du filetage. Le couple ne doit pas être appliqué par secousses.

20.5 Pour tous les outils qui sont susceptibles de couper des fils dissimulés ou leur propre câble, les poignées et les surfaces de préhension, telles que spécifiées dans le manuel d'instructions selon 8.14.2 b) 6), doivent avoir une résistance mécanique adéquate afin de fournir une isolation entre la zone de préhension et l'arbre de sortie. La partie applicable de la CEI 62841-2, de la CEI 62841-3 ou de la CEI 62841-4 spécifie si 20.5 ne s'applique pas.

La conformité est vérifiée par l'essai suivant.

Un échantillon séparé, à l'initiative du fabricant, est à soumettre à un seul impact sur chaque poignée et chaque surface de préhension recommandée dans la position la plus défavorable. Les impacts sont réalisés à partir d'une hauteur de 1 m sur une surface en béton, suivis d'un essai de rigidité diélectrique conformément à D.2 en utilisant 1 250 V en courant alternatif entre les poignées et les surfaces de préhension en contact avec la feuille et l'arbre de sortie de l'outil.

21 Construction

21.1 Les outils qui peuvent être adaptés à différentes tensions ou réglés à différentes vitesses doivent être construits de telle façon qu'une modification accidentelle du réglage ne risque pas de se produire, si un tel changement peut créer un danger.

La conformité est vérifiée par examen et par un essai manuel.

21.2 Les outils doivent être construits de telle façon qu'une modification accidentelle du réglage des **dispositifs de commande** ne risque pas de se produire.

La conformité est vérifiée par un essai manuel.

21.3 Il ne doit pas être possible d'enlever, sans l'aide d'un outil, des parties qui assurent le degré de protection requis contre l'humidité.

La conformité est vérifiée par un essai manuel.

21.4 Si les poignées, les boutons et les organes analogues sont utilisés pour indiquer la position des interrupteurs ou de composants analogues, ils ne doivent pas pouvoir être montés dans une position incorrecte, si cela risque d'entraîner un danger.

La conformité est vérifiée par examen et par un essai manuel.

21.5 Le remplacement d'un câble ou d'un cordon souple exigeant le déplacement d'un interrupteur qui sert également de bornes pour conducteurs externes doit être possible sans soumettre les conducteurs internes à des contraintes exagérées; après le repositionnement de l'interrupteur et avant le remontage de l'outil, il doit être possible de vérifier si les conducteurs internes sont correctement disposés.

La conformité est vérifiée par examen et par un essai manuel.

21.6 Le bois, le coton, la soie, le papier ordinaire et les matériaux fibreux ou hygroscopiques analogues ne doivent pas être utilisés comme isolants, sauf s'ils sont imprégnés.

Une matière isolante est considérée comme imprégnée si un isolant approprié comble significativement les interstices entre les fibres de la matière.

La conformité est vérifiée par examen.

21.7 Les courroies d'entraînement ne doivent pas être considérées comme assurant le niveau requis d'isolation électrique.

Cette exigence ne s'applique pas si l'outil est muni d'une courroie dont la conception spéciale empêche tout remplacement non approprié.

La conformité est vérifiée par examen.

21.8 Les cloisons isolantes des **outils de la classe II**, et les parties des **outils de la classe II** qui constituent une **isolation supplémentaire** ou **renforcée** et qui risquent d'être oubliées lors du remontage après l'**entretien par l'utilisateur**, doivent être:

- soit fixées de façon à ne pas pouvoir être enlevées sans être sérieusement endommagées;
- soit conçues de telle façon qu'elles ne puissent pas être replacées dans une position incorrecte, et que, si elles sont oubliées, l'outil ne puisse pas fonctionner ou soit manifestement incomplet.

La conformité est vérifiée par examen et par un essai manuel.

Cette exigence est satisfaite si la cloison est fixée de telle façon qu'elle ne puisse être enlevée qu'en la cassant ou en la coupant.

*Fixer au moyen de rivets est autorisé, à condition qu'il ne soit pas nécessaire que ces rivets soient retirés au cours des opérations d'**entretien par l'utilisateur**.*

Une fixation au moyen d'un adhésif est admise seulement si la résistance mécanique du joint est au moins égale à celle de la cloison.

Un revêtement interne approprié en matériau isolant ou une couche isolante intérieure appropriée sur les enveloppes métalliques est considéré comme constituant une cloison isolante, pourvu que la couche ne puisse pas être enlevée facilement par grattage.

*Pour les **outils de la classe II**, un manchon sur un conducteur interne isolant autre que le conducteur d'un câble ou d'un cordon souple extérieur, est considéré comme constituant une*

cloison isolante appropriée, s'il ne peut être enlevé qu'en le cassant ou en le coupant, ou s'il est fixé à ses deux extrémités.

Une laque ordinaire à l'intérieur des enveloppes métalliques, un vernis, du papier souple enduit de résine ou des matériaux analogues ne sont pas considérés comme une cloison isolante.

21.9 L'isolation des conducteurs intérieurs dans un câble ou un cordon souple utilisé comme conducteur dans l'outil est considéré comme une **isolation principale**. Aucune isolation supplémentaire n'est exigée dans les surfaces de la construction de la classe I. Lorsque ces conducteurs sont utilisés dans les surfaces de la **construction de la classe II**, ils doivent être isolés des parties métalliques accessibles par l'un des moyens suivants:

- la gaine du **câble d'alimentation**, à condition qu'elle ne soit pas exposée à des contraintes thermiques excessives, fixée contre une partie métallique accessible ou autre contrainte mécanique (par exemple pression ou tension) susceptible d'endommager la gaine; ou
- un manchon, un tuyau ou une cloison conforme aux exigences relatives à l'**isolation supplémentaire**.

La conformité est vérifiée par examen et, pour déterminer les contraintes thermiques, par l'essai de l'Article 12.

21.10 L'entrée d'air des enveloppes du moteur ne doit pas permettre la pénétration de corps étrangers qui peuvent affecter la sécurité.

La conformité est vérifiée par l'essai suivant.

Il ne doit pas être possible d'insérer une bille d'acier de 6 mm de diamètre sous son propre poids à travers les ouvertures d'entrée d'air autres que celles adjacentes à des ventilateurs.

21.11 Les **outils de la classe I** doivent être construits de telle façon que si des fils, des vis, des écrous, des rondelles, des ressorts, des balais, des composants de porte-balais ou des pièces analogues se desserrent ou se détachent, ils ne puissent pas se placer dans une position telle que les parties métalliques accessibles deviennent actives.

Les **outils de la classe II** ou les **constructions de la classe II** doivent être construits de telle façon que si l'une quelconque de telles parties se desserre ou se détache, elle ne puisse pas se placer dans une position telle que les **lignes de fuite** ou les **distances d'isolement** sur une **isolation supplémentaire** ou une **isolation renforcée** soient réduites à moins de 50 % des valeurs spécifiées en 28.1.

Les **outils de la classe II** ou les **constructions de la classe II**, autres que ceux du type à isolation enveloppante, doivent comporter des cloisons isolantes séparant les parties métalliques accessibles des parties du moteur et des autres **parties actives**.

Pour les **outils de la classe I**, cette exigence peut être satisfaite par la présence de cloisons, ou par la fixation appropriée des parties et en prévoyant des **lignes de fuite** et des **distances d'isolement** suffisamment grandes.

Il est admis que deux parties indépendantes ne se desserrent pas ou ne se détachent pas simultanément. Pour les connexions électriques, des rondelles élastiques sont considérées adéquates pour empêcher le desserrage des parties.

Les conducteurs sont considérés comme susceptibles de se détacher des bornes ou des connexions soudées, à moins qu'ils ne soient maintenus en place à proximité de la borne ou de la connexion soudée, indépendamment de la connexion dans la borne ou de la soudure.

Des conducteurs rigides courts ne sont pas considérés comme susceptibles de s'échapper d'une borne, s'ils restent en position lorsque la vis de la borne est desserrée.

La conformité est vérifiée par examen, par des mesures et par un essai manuel.

21.12 L'isolation supplémentaire et l'isolation renforcée doivent être conçues ou protégées de telle façon qu'elles ne soient pas susceptibles d'être affectées par la pollution, ou par la poussière produite par l'usure d'organes internes de l'outil, au point que les **lignes de fuite** et les **distances d'isolement** soient réduites au-dessous des valeurs spécifiées en 28.1.

La matière céramique non fortement frittée, les matières analogues ainsi que les perles isolantes seules ne doivent pas être utilisées comme **isolation supplémentaire** ou **isolation renforcée**.

Les éléments en élastomère, en caoutchouc naturel ou synthétique utilisés comme **isolation supplémentaire** et/ou **renforcée** doivent résister au vieillissement ou être disposés et dimensionnés de façon que les **lignes de fuite** ne soient pas réduites au-dessous des valeurs spécifiées en 28.1, même si des craquelures se produisent.

Un matériau isolant dans lequel les fils chauffants sont enrobés est considéré comme **isolation principale** et ne doit pas être utilisé comme **isolation renforcée**.

La conformité est vérifiée par examen, par des mesures et, pour l'élastomère et le caoutchouc, par l'essai suivant.

*Les éléments en élastomère et en caoutchouc sont vieillis à une température de (100 ± 2) °C pendant 70 h. Après l'essai, les parties doivent satisfaire à l'essai de D.2 en utilisant 75 % des valeurs indiquées dans le Tableau D.1. Pour l'essai conforme à D.2, les parties peuvent être soumises à l'essai individuellement ou remontées dans l'outil. Si une partie est soumise à l'essai une fois remontée dans l'outil, l'essai ne doit être effectué qu'entre les **parties actives** et les **parties accessibles**.*

NOTE En cas de doute concernant des matériaux autres que le caoutchouc, d'autres essais peuvent être effectués.

En cas de doute, l'essai suivant est effectué pour déterminer si la céramique est fortement frittée.

La céramique est brisée en morceaux qui sont plongés dans une solution contenant 1 g de fuchsine pour 100 g d'alcool dénaturé. La solution est maintenue à une pression supérieure ou égale à 15 MPa pendant une période suffisante pour que le produit de la durée en heures de l'essai et de la pression d'essai en mégapascal soit environ 180.

Les morceaux sont retirés de la solution, rincés, séchés et brisés en plus petits morceaux.

Ces petits morceaux sont examinés et ne doivent pas présenter de trace de coloration visible à la vue normale.

21.13 Les outils doivent être construits de façon que les conducteurs internes, les enroulements, les collecteurs, les bagues et les organes analogues, et l'isolation en général, ne soient pas exposés aux huiles, aux graisses et substances similaires.

Toutefois, si la construction est telle que l'isolation est exposée à des substances telles que huiles ou graisses, comme dans les engrenages et organes analogues, la substance doit avoir des propriétés isolantes appropriées de façon à ne pas compromettre la conformité avec la présente Norme et ne doit pas détériorer l'isolation.

La conformité est vérifiée par examen et par les essais correspondants de la présente Norme.

21.14 Il ne doit pas être possible d'avoir accès aux balais sans l'aide d'un outil.

Les porte-balais du type à vis doivent être conçus de façon que, lorsqu'on les serre, deux surfaces soient pressées l'une contre l'autre.

Les porte-balais, qui maintiennent les balais dans leur position au moyen d'un dispositif de blocage, doivent être conçus de façon que le blocage ne dépende pas de la tension du ressort du balai si un desserrage du dispositif de blocage peut rendre actives des **parties accessibles**.

Les porte-balais du type à vis qui sont accessibles de l'extérieur de l'outil doivent être en matière isolante ou être recouverts de matière isolante; ils ne doivent pas faire saillie par rapport à la surface externe de l'outil.

La conformité est vérifiée par examen.

21.15 Les outils utilisant des **systèmes liquides** doivent protéger l'utilisateur contre le risque supplémentaire de chocs dû à la présence de liquide aux défauts du **système liquide**.

Les outils utilisant des **systèmes liquides** doivent être soit:

- de la **construction de la classe III**; ou
- de la **construction de la classe II** ou de la **classe I** et être équipés d'un **dispositif à courant différentiel résiduel** et être conformes à 14.3, 14.4 et 14.5, ou
- de la **construction de la classe I** ou de la **classe II** pour être utilisés en combinaison avec un transformateur d'isolement et être conformes à 14.3 et 14.4.

La conformité est vérifiée par examen.

21.16 Pour les outils comportant des compartiments accessibles à l'aide d'un outil et susceptibles d'être nettoyés en **utilisation normale**, les connexions électriques doivent être disposées de façon à ne pas être soumises à des tractions pendant le nettoyage.

La conformité est vérifiée par examen et par un essai manuel.

21.17 Les outils doivent être pourvus d'un **interrupteur de puissance** pour contrôler le moteur. L'organe de manœuvre de l'interrupteur doit être facilement visible et accessible.

La conformité est vérifiée par examen.

21.17.1 Pour les outils comprenant un interrupteur avec un dispositif d'arrêt, dont la gâchette de l'interrupteur est actionnée par une pression consistant à fermer les doigts contre la paume de la main, le système d'arrêt doit être conçu de façon à garantir une durabilité suffisante pour résister à de mauvaises conditions environnementales afin d'empêcher l'activation de l'outil uniquement par la gâchette de l'interrupteur.

La conformité est vérifiée par examen et par les essais de 21.17.1.1 et, pour les dispositifs d'arrêt qui peuvent revenir de façon autonome à la position d'arrêt, en plus par les essais de 21.17.1.2.

21.17.1.1 *Un échantillon de l'interrupteur et de son système d'arrêt assemblés dans le châssis de l'outil applicable est conservé pendant 1 h dans une étuve à 80 °C.*

Une fois l'échantillon revenu à plus ou moins 5 K de la température ambiante, le système d'arrêt de l'interrupteur doit alors être conforme à l'essai de 21.17.1.3.

21.17.1.2 Un échantillon de l'interrupteur et de son système d'arrêt assemblés dans le châssis de l'outil applicable est utilisé pendant le nombre de cycles conforme à 23.1.10.2, un cycle étant défini comme suit:

- 1) le dispositif d'arrêt est actionné;
- 2) l'interrupteur est actionné;
- 3) le dispositif d'arrêt ou l'interrupteur est relâché comme exigé pour que l'interrupteur revienne à l'état arrêté.

L'interrupteur doit être actionné à un taux de 10 à 20 par min. A l'issue des opérations spécifiées ci-dessus, l'échantillon doit ensuite être conforme à l'essai de 21.17.1.3. Pendant cet essai, l'outil n'est pas nécessairement raccordé à l'alimentation.

NOTE L'essai ci-dessus peut être effectué conjointement avec 23.1.10.2.

21.17.1.3 Une force de poussée comme spécifié dans le Tableau 7 est appliquée sur le point le plus défavorable de l'organe de manœuvre de l'interrupteur dans la direction d'actionnement de l'interrupteur pendant 10 s sans que le dispositif d'arrêt n'ait été actionné au préalable. L'interrupteur ne doit pas être actionné pendant l'application de la force spécifiée. L'interrupteur et son système d'arrêt doivent fonctionner comme prévu une fois que la force n'est plus appliquée.

Tableau 7 – Force de la gâchette de l'interrupteur

Type de manette	Force N
Manette à un doigt (longueur de la manette < 30 mm)	100
Manette à plusieurs doigts (longueur de la manette ≥ 30 mm)	150

21.18 D'autres exigences relatives aux **interrupteurs de puissance des outils portatifs** sont indiquées en 21.18.1. D'autres exigences relatives aux **interrupteurs de puissance des outils portables** sont indiquées en 21.18.2. D'autres exigences relatives aux **interrupteurs de puissance des machines pour jardins et pelouses** sont indiquées dans la partie applicable de la CEI 62841-4.

21.18.1 Pour les **outils portatifs**, l'**interrupteur de puissance** exigé par 21.17 doit être un **interrupteur de puissance à contact momentané** avec ou sans dispositif de marche, pouvant être allumé ou éteint par l'utilisateur sans relâcher une ou plusieurs poignée(s) ou surface(s) de préhension exigées par 19.4.

Pour les **outils portatifs** auxquels aucune partie de la CEI 62841-2 ne s'applique, et dont le fonctionnement en continu ne représente pas de risque considérable, les **interrupteurs de puissance** autres que les **interrupteurs de puissance à contact momentané** sont autorisés.

NOTE En Europe (EN 62841-1), l'alinéa ci-dessus ne s'applique pas.

La conformité est vérifiée par examen et par un essai manuel.

21.18.1.1 Lorsqu'un **interrupteur de puissance à contact momentané** nécessite une action séparée pour être bloqué en position "marche", l'interrupteur doit se déverrouiller automatiquement en un seul mouvement pour l'actionner sans relâcher la prise sur l'outil. Pour les outils équipés de plusieurs interrupteurs pouvant être bloqués en position "marche", le ou les interrupteurs de marche doivent se trouver dans la zone de préhension nécessaire au contrôle de l'outil, et l'un des interrupteurs doit se déverrouiller ou rendre automatiquement

inefficaces les dispositifs de marche restants avec un seul mouvement pour les actionner, sans relâcher la prise sur l'outil.

Si le fonctionnement bloqué en continu en position "marche" représente un risque, comme défini dans la partie applicable de la CEI 62841-2, l'interrupteur ne doit pas avoir de dispositif de blocage permettant de le bloquer en position "marche".

La conformité est vérifiée par examen et par un essai manuel.

21.18.1.2 Lorsqu'il existe un risque associé à un démarrage involontaire, comme défini dans la partie applicable de la CEI 62841-2, les manettes d'**interrupteur de puissance** et les dispositifs d'arrêt, le cas échéant, doivent être placés, conçus ou protégés de telle façon qu'un fonctionnement inattendu est peu susceptible de se produire.

Il ne doit pas être possible de démarrer l'outil si une sphère rigide d'un diamètre de (100 ± 1) mm est appliquée à l'**interrupteur de puissance** dans n'importe quelle direction avec un seul mouvement linéaire;

ou

deux actions séparées et différentes doivent être nécessaires avant d'allumer le moteur (par exemple, un **interrupteur de puissance** qu'il faut enfoncer avant de pouvoir le déplacer latéralement afin de fermer les contacts et de démarrer le moteur). Il ne doit pas être possible d'effectuer ces deux actions avec un seul mouvement de préhension ou un mouvement en ligne droite.

La conformité est vérifiée par examen et par un essai manuel.

NOTE En Europe (EN 62841-1), les exigences supplémentaires suivantes s'appliquent:

À moins que les **outils portatifs** ne soient équipés d'un **interrupteur de puissance à contact momentané**, le rétablissement de la tension à la suite d'une coupure de l'alimentation ne doit pas provoquer de danger. La partie applicable de la CEI 62841-2 spécifie si le ce paragraphe s'applique et indique des exigences spécifiques.

21.18.2 Pour les **outils portables**, l'**interrupteur de puissance** exigé par 21.17 doit pouvoir être facilement actionné en position "marche" ou "arrêt", sans danger raisonnablement prévisible dans la position de l'opérateur, comme spécifié dans le manuel d'instructions selon 8.14.2.

La conformité est vérifiée par examen.

21.18.2.1 À moins que les **outils portables** ne soient équipés d'un **interrupteur de puissance à contact momentané**, le rétablissement de la tension à la suite d'une coupure de l'alimentation ne doit pas provoquer de danger. La partie applicable de la CEI 62841-3 spécifie si ce paragraphe s'applique et indique des exigences spécifiques.

La conformité est vérifiée par examen.

21.18.2.2 Un dispositif de commande "marche"/"arrêt" doit pouvoir être éteint par l'opérateur en un seul mouvement en ligne droite.

Si un rabat/couvercle est fourni et couvre le bouton d'arrêt, il doit être conçu de façon que pousser le rabat active le bouton d'arrêt.

La conformité est vérifiée par un essai manuel.

21.18.2.3 Un **interrupteur de puissance** doit être placé, conçu ou protégé de façon que tout mouvement intempestif vers la position "marche" est peu susceptible de se produire.

Il ne doit pas être possible de démarrer l'outil si une sphère rigide d'un diamètre de (100 ± 1) mm est appliquée à l'**interrupteur de puissance** dans n'importe quelle direction avec un seul mouvement linéaire;

ou

l'**interrupteur de puissance** doit nécessiter deux actions séparées et différentes avant d'allumer le moteur (par exemple, un **interrupteur de puissance** qu'il faut enfoncer avant de pouvoir le déplacer latéralement afin de fermer les contacts et de démarrer le moteur). Il ne doit pas être possible d'effectuer ces deux actions avec un seul mouvement de préhension ou un mouvement en ligne droite.

La conformité est vérifiée par examen et par un essai manuel.

21.18.2.4 Un interrupteur poussez-tirez doit être éteint par une poussée vers l'intérieur.

La conformité est vérifiée par examen.

21.19 Les outils doivent être conçus de façon à ce que la protection contre les chocs électriques ne soit pas affectée si les vis retirées au cours des opérations d'**entretien par l'utilisateur** ne sont pas replacées correctement au cours du réassemblage.

*La conformité est vérifiée en retirant les vis exigées au cours de chaque opération d'**entretien par l'utilisateur** comme spécifié en 8.14.2, et en essayant de les installer dans les mauvais emplacements de vis d'un diamètre supérieur ou égal au cours du réassemblage, à l'aide du couple du Tableau 11, et les **lignes de fuite** et les **distances d'isolement** entre les **parties actives** et les parties métalliques accessibles ne doivent pas être réduites en-dessous des valeurs spécifiées en 28.1.*

21.20 Lorsque l'outil porte le premier chiffre du système IP, les exigences correspondantes de la CEI 60529:2013 doivent être satisfaites.

La conformité est vérifiée par les essais correspondants.

21.21 Les outils doivent être conçus de telle façon qu'il n'y ait pas de risque de choc électrique émanant des condensateurs chargés lorsque l'on touche les broches de la fiche de prise de courant. Les condensateurs ayant une capacité assignée inférieure ou égale à $0,1 \mu\text{F}$ ne sont pas considérés comme susceptibles d'entraîner un risque de choc électrique, même s'ils sont connectés à l'alimentation de l'interrupteur. Cette exigence ne s'applique pas aux condensateurs conformes aux exigences spécifiées pour l'**impédance de protection** en 9.2 et 21.34.

La conformité est vérifiée par l'essai suivant qui est réalisé 10 fois.

*L'outil est alimenté à la **tension assignée**.*

*L'**interrupteur de puissance** est alors mis en position "arrêt" et l'outil est déconnecté de l'alimentation au moyen de la fiche.*

Une seconde après la déconnexion, la tension entre les broches de la fiche de prise de courant est mesurée avec un instrument qui ne modifie pas de façon appréciable la valeur à mesurer.

La tension ne doit pas dépasser 34 V.

21.22 Les parties non amovibles qui assurent le degré de protection nécessaire contre les chocs électriques, l'humidité et les contacts avec les parties mobiles doivent, pour être retirées, nécessiter l'aide d'un outil ou bien être fixées de manière sûre.

Les dispositifs de fixation par encliquetage utilisés pour fixer ces parties doivent avoir une position de verrouillage évidente. Les propriétés de fixation des dispositifs de fixation par encliquetage utilisés dans des parties qui sont susceptibles d'être enlevées ne doivent pas se détériorer.

La conformité est vérifiée par examen ou par les essais suivants.

Les parties qui sont susceptibles d'être enlevées sont démontées et assemblées 10 fois avant que l'essai ne soit effectué.

L'outil est à la température ambiante. Toutefois, dans le cas où la conformité peut être affectée par la température, l'essai est aussi effectué immédiatement après que l'outil a été mis en fonctionnement dans les conditions spécifiées à l'Article 12.

L'essai est effectué sur toutes les parties susceptibles d'être amovibles, qu'elles soient ou non fixées par des vis, rivets ou organes analogues.

Une force est appliquée pendant 10 s, sans secousse, dans la direction la plus défavorable, aux surfaces du couvercle ou de la partie susceptibles d'être faibles. La valeur de la force est la suivante:

- force de poussée 50 N;
- force de traction
 - a) si la forme de la partie est telle que les bouts des doigts ne peuvent pas glisser facilement 50 N;
 - b) si la saillie de la partie à saisir est inférieure à 10 mm dans la direction du retrait 30 N.

La force de poussée est appliquée au moyen d'une sonde d'essai rigide ayant les dimensions de la sonde d'essai B de la CEI 61032:1997, mais sans aucune articulation.

La force de traction est appliquée par un moyen approprié tel qu'une ventouse, de telle façon que les résultats d'essai ne soient pas affectés.

Pendant que l'essai de traction a) ou b) est effectué, l'ongle d'essai de la Figure 1 est inséré dans toute ouverture ou joint avec une force de 10 N. L'ongle d'essai est alors glissé sur le côté avec une force de 10 N; il n'est pas tordu ni utilisé comme un levier.

Si la forme de la partie concernée est telle que l'application d'une force axiale est improbable, aucune force de traction n'est exercée mais l'ongle d'essai de la Figure 1 est inséré dans toute ouverture ou joint avec une force de 10 N et est ensuite tiré pendant 10 s au moyen de la boucle avec une force de 30 N dans le sens du retrait.

Si le couvercle ou la partie peut être soumis à un effort de torsion, un couple tel que celui défini ci-dessous est appliqué en même temps que la force de traction ou de poussée:

- pour les dimensions principales inférieures ou égales à 50 mm 2 Nm;
- pour les dimensions principales supérieures à 50 mm 4 Nm.

Ce couple est également appliqué lorsque l'ongle d'essai est tiré au moyen de la boucle.

Si la saillie de la partie à saisir est inférieure à 10 mm, le couple ci-dessus est réduit à 50 % de la valeur.

Les parties ne doivent pas se détacher et doivent rester dans la position d'encliquetage.

21.23 Les poignées, les boutons, les manettes, les leviers et les organes analogues doivent être fixés de façon sûre de sorte qu'ils ne se desserrent pas, si un tel desserrage peut entraîner un danger.

La conformité est vérifiée par examen, par un essai manuel et en essayant d'enlever la poignée, le bouton, la manette ou le levier en appliquant une force axiale de 30 N pendant 1 min soit en poussant soit en tirant.

21.24 Les crochets et dispositifs analogues pour le rangement des cordons souples doivent être lisses et bien arrondis.

La conformité est vérifiée par examen.

21.25 Les parties transportant du courant et les autres parties dont la corrosion peut entraîner un danger doivent résister à la corrosion dans les conditions normales d'emploi.

La conformité est vérifiée en s'assurant qu'après les essais de l'Article 15, ces parties ne présentent pas de signe de corrosion. L'acier inoxydable et les alliages similaires résistant à la corrosion, ainsi que l'acier plaqué, sont considérés comme satisfaisant à cette exigence.

NOTE L'incompatibilité des matériaux et les effets des échauffements sont des exemples de causes de corrosion.

21.26 Les outils ayant des parties dont la fiabilité dépend de la **très basse tension de sécurité** pour obtenir le degré nécessaire de protection contre le choc électrique doivent être construits de telle façon que l'isolation entre les parties alimentées en **très basse tension de sécurité** et d'autres **parties actives** satisfasse aux exigences pour la **double isolation** ou pour l'**isolation renforcée**.

*La conformité est vérifiée par les essais spécifiés pour la **double isolation** ou l'**isolation renforcée**.*

21.27 Les parties connectées par une **impédance de protection** doivent être séparées par une **double isolation** ou une **isolation renforcée**.

*La conformité est vérifiée par les essais spécifiés pour la **double isolation** ou l'**isolation renforcée**.*

21.28 Les axes des boutons, des poignées, des leviers et des organes analogues ne doivent pas être sous tension, à moins que l'axe ne soit pas accessible lorsque le bouton, la poignée, le levier ou l'organe analogue est enlevé.

La conformité est vérifiée par examen et en appliquant la sonde d'essai B de la CEI 61032:1997 après enlèvement du bouton, de la poignée, du levier ou de l'organe analogue, même à l'aide d'un outil.

21.29 Pour les constructions autres que celles de la classe III, les poignées, leviers et boutons qui sont tenus ou manœuvrés ne doivent pas être mis sous tension en cas de défaut d'isolation.

Si ces poignées, leviers ou boutons sont en métal et si leurs axes ou fixations sont susceptibles d'être mis sous tension en cas de défaut d'**isolation principale**, ils doivent être recouverts de façon appropriée de matière isolante ou leurs **parties accessibles** doivent être séparées de leur axe ou du moyen de fixation par une isolation.

Pour les **outils portables** et les **machines pour jardins et pelouses** de la **classe I**, cette exigence ne s'applique pas aux poignées, aux leviers et aux boutons autres que ceux des composants électriques, s'ils sont reliés de façon sûre à une borne de terre ou au contact de terre ou séparés des **parties actives** par une partie métallique mise à la terre.

La conformité du revêtement ou de la matière isolant(e) est vérifiée par examen et par l'essai de rigidité diélectrique de D.2 en appliquant une tension de 1 250 V.

21.30 Pour tous les outils qui sont susceptibles de découper des fils dissimulés ou leur propre cordon, les poignées et les surfaces de préhension, telles que spécifiées dans le manuel d'instructions selon 8.14.2 b) 6), doivent être formées de matériau isolant ou, lorsqu'elles sont métalliques, elles doivent être couvertes de façon adéquate par un matériau isolant ou leurs **parties accessibles** doivent être séparées par une ou plusieurs cloison(s) isolante(s) des parties métalliques accessibles qui peuvent devenir actives par l'arbre de sortie. Il ne faut pas considérer ces cloisons isolantes comme **isolation principale, supplémentaire** ou **renforcée**.

Si un tel outil est équipé d'une poignée auxiliaire isolée de type manche, elle doit être isolée et munie d'une flasque d'une hauteur égale à au moins 12 mm au-dessus de la surface de préhension entre la zone de préhension et les **parties accessibles** qui peuvent devenir actives par l'arbre de sortie.

La partie applicable de la CEI 62841-2, de la CEI 62841-3 ou de la CEI 62841-4 spécifie si 21.30 ne s'applique pas.

La conformité est vérifiée par examen et par les essais de 20.5.

21.31 Pour les **outils de la classe II**, les condensateurs ne doivent pas être reliés à des parties métalliques accessibles et leurs enveloppes, si elles sont métalliques, doivent être séparées des parties métalliques accessibles par une **isolation supplémentaire**.

Cette exigence ne s'applique pas aux condensateurs conformes aux exigences spécifiées pour l'**impédance de protection** en 9.2 et 21.34.

*La conformité est vérifiée par examen et par les essais spécifiés pour l'**isolation supplémentaire**.*

21.32 Les condensateurs ne doivent pas être reliés entre les contacts d'un **coupe-circuit thermique**.

La conformité est vérifiée par examen.

21.33 Les douilles ne doivent être utilisées que pour le raccordement des lampes.

La conformité est vérifiée par examen.

21.34 Une **impédance de protection** doit être constituée de deux éléments distincts au moins dont l'impédance n'est pas susceptible de varier de façon significative au cours de la vie de l'outil. Si l'un des éléments est court-circuité ou si son circuit est ouvert, les valeurs spécifiées en 9.2 ne doivent pas être dépassées.

Les résistances satisfaisant à 14.1 a) de la CEI 60065:2011 et les condensateurs satisfaisant à 14.2 de la CEI 60065:2011 sont considérés comme conformes à cette exigence.

Au lieu de deux composants séparés, on peut utiliser un seul condensateur d'une tension assignée au moins égale à celle de la **tension assignée** de l'outil qui satisfait à la sous-classe Y1 de la CEI 60384-14.

La conformité est vérifiée par examen et par des mesures.

21.35 Collecteurs de poussières

Les outils identifiés dans la partie applicable de la CEI 62841-2 ou de la CEI 62841-3 qui produisent une quantité importante de poussière doivent avoir soit un dispositif collecteur/aspirateur de poussières, soit une ou des sortie(s) de poussières, conçue(s) pour permettre le montage de dispositif(s) externe(s) d'aspiration pour l'évacuation des sous-produits du processus de travail. Ces sorties de poussières doivent préserver l'opérateur de la décharge et, à l'instar des éventuels dispositifs externes d'aspiration pour l'évacuation des sous-produits du processus de travail, elles ne doivent pas gêner l'**utilisation normale** de l'outil.

La conformité est vérifiée par examen.

22 Conducteurs internes

22.1 Les passages empruntés par les conducteurs doivent être lisses et ne doivent pas présenter d'arêtes vives.

Les conducteurs doivent être protégés de façon qu'ils n'entrent pas en contact avec des aspérités, des ailettes de refroidissement, etc., susceptibles d'endommager l'isolation des conducteurs.

Les trous dans les parois métalliques pour le passage des conducteurs isolés doivent être munis de traversées ou, sauf spécification contraire dans la partie applicable de la CEI 62841-2, de la CEI 62841-3 ou de la CEI 62841-4, être lisses et convenablement arrondis. On considère un rayon de 1,5 mm comme étant convenablement arrondi.

Tout contact entre les conducteurs et les parties mobiles doit être efficacement empêché.

La conformité est vérifiée par examen.

22.2 Les conducteurs internes doivent être suffisamment rigides, fixés ou isolés de telle façon que les **lignes de fuite** et les **distances d'isolement** ne puissent être réduites au-dessous des valeurs spécifiées en 28.1.

La conformité est vérifiée par examen et par les essais de 28.1.

Lorsqu'un manchon est utilisé comme **isolation supplémentaire** d'un conducteur interne, il doit être maintenu en place par des moyens efficaces. Un manchon est considéré comme fixé efficacement s'il ne peut être enlevé qu'en le cassant ou le coupant ou s'il est fixé à ses deux extrémités.

La conformité est vérifiée par examen et par un essai manuel.

22.3 Les conducteurs repérés par la combinaison de couleurs verte ou verte/jaune ne doivent pas être raccordés à d'autres bornes que les bornes de terre.

La conformité est vérifiée par examen.

22.4 Les conducteurs en aluminium ne doivent pas être utilisés comme conducteurs internes. Les enroulements d'un moteur ne sont pas considérés comme des conducteurs internes.

Les connexions aux enroulements en aluminium doivent prendre en compte les effets d'une possible corrosion entre l'aluminium et d'autres métaux et être conformes aux exigences de 26.4.

La conformité est vérifiée par examen.

22.5 Les conducteurs câblés ne doivent pas être renforcés par une soudure à l'étain s'ils sont soumis à une pression de contact, à moins que le dispositif de serrage ne soit construit de façon à éliminer tout risque de mauvais contact en raison d'un fluage à froid de la soudure.

Renforcer un conducteur câblé par une soudure à l'étain est autorisé si on utilise des bornes élastiques. Le seul serrage des vis de serrage n'est pas considéré comme approprié.

La soudure de l'extrémité d'un conducteur câblé est admise.

La conformité est vérifiée par examen.

22.6 Les différentes parties d'un outil, mobiles l'une par rapport à l'autre

- a) en **utilisation normale**,
- b) au cours d'opérations d'ajustement,
ou
- c) au cours d'**opérations par l'utilisateur**

ne doivent pas provoquer de contraintes exagérées aux connexions électriques et aux conducteurs internes, y compris ceux assurant la continuité à la terre. Les tubes métalliques souples ne doivent pas endommager l'isolation des conducteurs qu'ils contiennent. Les ressorts de compression ne doivent pas être utilisés pour protéger les conducteurs. Si un ressort enroulé, dont les spires sont en contact, est utilisé pour cela, il doit y avoir une enveloppe isolante appropriée en plus de l'isolation des conducteurs.

Cette exigence ne s'applique pas aux mouvements des parties qui sont de faible amplitude et causés par la vibration.

NOTE Une enveloppe isolante appropriée peut être par exemple les cordons souples conformes à la CEI 60227 ou à la CEI 60245.

La conformité est vérifiée par examen et par l'essai suivant.

*Si une flexion se produit en **utilisation normale**, l'outil est placé dans la position normale d'utilisation.*

Sans puissance appliquée, la partie mobile est déplacée dans un sens, puis dans l'autre, de telle sorte que le conducteur est plié suivant le plus grand angle autorisé par la construction, le taux de flexion étant un minimum de 6 par minute. Le nombre de flexions est de

- 10 000, pour les conducteurs/connexions plié(e)s en **utilisation normale**;
- 2 000, pour les conducteurs/connexions plié(e)s au cours des ajustements;
- 100, pour les conducteurs/connexions plié(e)s pendant les opérations d'**entretien par l'utilisateur**.

Une flexion est un mouvement, dans un sens ou dans l'autre.

Après l'essai, l'outil doit satisfaire à l'essai de rigidité diélectrique de l'Annexe D entre les **parties actives** et les **parties accessibles** et les **parties actives** ne doivent pas devenir accessibles, comme spécifié à l'Article 9.

23 Composants

23.1 Les composants référencés dans la présente Norme doivent être conformes aux exigences de sécurité spécifiées dans les normes CEI référencées, pour autant qu'elles soient raisonnablement applicables.

Les batteries ne sont pas considérées comme des composants, mais comme une partie de l'outil. Elles doivent satisfaire aux exigences applicables spécifiées dans les Annexes K et L.

Si les composants portent l'indication de leurs caractéristiques de fonctionnement, leurs conditions d'utilisation dans l'outil doivent correspondre à ces indications, sauf spécification contraire.

La conformité à la norme CEI pour le composant applicable ne garantit pas forcément la conformité aux exigences de la présente Norme.

*Sauf spécification contraire, les exigences de l'Article 28 de la présente Norme s'appliquent entre les **parties actives** des composants et les **parties accessibles** de l'outil.*

À moins que les composants n'aient été soumis à l'essai précédemment et considérés comme conformes à la norme CEI applicable pour le nombre de cycles spécifié, ils sont soumis à l'essai selon 23.1.1 à 23.1.11.

23.1.1 Les condensateurs reliés en série avec les enroulements auxiliaires des moteurs doivent porter l'indication de leur **tension assignée** et de leur capacité assignée.

La conformité est vérifiée par examen.

23.1.2 Les condensateurs d'antiparasitage doivent être conformes à la CEI 60384-14.

La conformité est vérifiée par examen.

23.1.3 Les douilles de petite taille similaires aux douilles E10 doivent être conformes aux exigences relatives aux douilles E10 de la CEI 60238. Cependant, il n'est pas nécessaire qu'elles acceptent un culot de lampe E10 conforme à l'édition actuelle de la feuille de norme 7004-22 de la CEI 60061-1.

La conformité est vérifiée par examen.

23.1.4 Les transformateurs d'isolement ou les **transformateurs de sécurité**, à l'exception des transformateurs incorporés définis dans la CEI 61558-1, doivent être conformes, respectivement, à la CEI 61558-2-4 et à la CEI 61558-2-6. Les blocs d'alimentation à découpage et les transformateurs pour blocs d'alimentation à découpage doivent être conformes à la CEI 61558-2-16.

La conformité est vérifiée par examen.

Les transformateurs incorporés doivent être conformes à la CEI 61558-2-4 ou à la CEI 61558-2-6, sauf aux exigences relatives au marquage.

La conformité est vérifiée par les essais applicables de la CEI 61558-2-4 ou de la CEI 61558-2-6. Ces essais doivent être effectués dans l'outil.

23.1.5 Les connecteurs doivent être conformes à la CEI 60320 ou bien le fabricant doit informer l'utilisateur, dans les instructions d'emploi, de raccorder l'outil uniquement au moyen de la prise mobile de connecteur appropriée spécifiée par le fabricant.

La conformité est vérifiée par examen.

23.1.6 Les régulateurs automatiques de température contenant des contacts électromécaniques qui fonctionnent en **utilisation normale** doivent avoir une endurance adaptée à leur application prévue.

La conformité est vérifiée par l'évaluation de l'endurance d'un contrôle de cycle selon l'Article 17 de la CEI 60730-1:2010 dans les conditions qui se produisent dans l'outil. Le nombre de cycles à utiliser est:

- pour un **thermostat**, 10 000 cycles de manœuvres;
- pour un **limiteur de température**, 1 000 cycles de manœuvres;
- pour les **coupe-circuits thermiques à réarmement automatique**, 300 cycles de manœuvres;
- pour un **coupe-circuit thermique sans réarmement automatique** maintenu par tension, 1 000 cycles de manœuvres;
- pour les autres **coupe-circuits thermiques sans réarmement automatique**, 30 cycles de manœuvres.

Les dispositifs de commande automatiques conformes aux exigences de la CEI 60730-1:2010 et qui sont utilisés conformément à leur marquage sont considérés comme satisfaisant aux exigences de la présente Norme (le terme "marquage" comprend la documentation et les déclarations spécifiées à l'Article 7 de la CEI 60730-1:2010).

Les essais de l'Article 17 de la CEI 60730-1:2010 ne sont pas effectués sur les dispositifs de commande automatiques qui fonctionnent comme spécifié à l'Article 12, si l'outil satisfait aux exigences de la présente Norme lorsqu'ils sont court-circuités.

*Une exception spécifique pour l'essai des **thermostats** et des **limiteurs de température** est indiquée dans la note b) du Tableau 1 de l'Article 12.*

23.1.7 *L'essai des composants tenus d'être conformes à d'autres normes est, en général, effectué séparément, conformément aux normes correspondantes et de la façon suivante.*

Si le composant est marqué et utilisé dans les limites de son marquage, il est soumis à l'essai selon son marquage, le nombre d'échantillons étant celui exigé dans la norme correspondante.

En particulier, les composants non indiqués dans le Tableau 1 de l'Article 12 sont soumis à l'essai comme une partie de l'outil.

23.1.8 *Les composants qui n'ont pas été soumis à l'essai séparément et qui ne sont pas considérés comme conformes aux normes relatives aux composants, référencées en 23.1, ou bien les composants ne portant pas d'indication ou utilisés de façon non conforme à leur indication, sont soumis à l'essai conformément à la norme applicable référencée, dans les conditions qui se produisent dans l'outil.*

Si une norme CEI relative à un composant n'est pas référencée en 23.1, aucun autre essai n'est spécifié.

23.1.9 *Pour les condensateurs connectés en série avec un enroulement de moteur, la tension sur le condensateur ne doit pas dépasser 1,1 fois la tension assignée du condensateur, l'outil fonctionnant sous une tension égale à 1,1 fois la **tension assignée** et à vide.*

23.1.10 Les interrupteurs doivent être construits de telle façon qu'il ne se produise pas de défaut susceptible de compromettre la conformité à la présente Norme.

La conformité est vérifiée par l'essai suivant.

Les interrupteurs soumis à l'essai séparément et considérés comme conformes à la CEI 61058-1:2008 doivent satisfaire aux exigences spécifiées en 23.1.10.1.

Les interrupteurs qui n'ont pas été soumis à l'essai séparément et qui ne sont pas considérés comme conformes à la CEI 61058-1:2008 ou qui ne satisfont pas aux exigences de 23.1.10.1 sont soumis à l'essai selon 23.1.10.2 à 23.1.10.3.

23.1.10.1 Les interrupteurs doivent être assignés et classés comme suit.

Les **interrupteurs de puissance** doivent être assignés comme suit:

- pour une tension au moins égale à la **tension assignée** de l'outil;
- pour un courant au moins égal au **courant assigné** de l'outil;
- pour le courant alternatif, si l'outil est assigné pour le courant alternatif;
- pour le courant continu, si l'outil est assigné pour le courant continu.

Les **interrupteurs de puissance** électroniques doivent être classés au moins pour le service continu conformément à la CEI 61058-1:2008.

Les **interrupteurs de puissance** doivent aussi être classés selon la charge:

- interrupteurs pour outils à moteur et pour **machines** à moteur **pour jardins et pelouses**: pour la charge résistive et du moteur selon 7.1.2.2 de la CEI 61058-1:2008, si l'interrupteur est susceptible de fonctionner sous cette charge en **utilisation normale**;
- interrupteurs pour outils à entraînement magnétique et pour **machines** à entraînement magnétique **pour jardins et pelouses**: pour la charge inductive selon 7.1.2.8 de la CEI 61058-1:2008, si l'interrupteur est susceptible de fonctionner sous cette charge en **utilisation normale**;
- en variante, les interrupteurs peuvent être considérés comme des interrupteurs pour une charge spécifique déclarée selon 7.1.2.5 de la CEI 61058-1:2008 et peuvent être classés sur la base des conditions de charge qui se produisent dans l'outil en **utilisation normale**.

Les classifications des caractéristiques assignées et de charge pour les interrupteurs autres que les **interrupteurs de puissance** doivent être basées sur les conditions qui se produisent dans l'outil.

Les interrupteurs doivent être classés comme suit selon l'endurance:

- **interrupteurs de puissance** pour **les outils portatifs**: pour 50 000 cycles de manœuvres;
- **interrupteurs de puissance** pour **outils portables** et **machines pour jardins et pelouses**: pour 10 000 cycles de manœuvres;
- les **interrupteurs de puissance** comportant de l'électronique de série doivent aussi résister à 1 000 cycles de manœuvres avec l'électronique shuntée.

NOTE 1 Les interrupteurs sans endurance déclarée avec l'électronique shuntée ont été soumis à l'essai par défaut à 1 000 cycles de manœuvres conformément à la CEI 61058-1:2008.

- interrupteurs autres que les **interrupteurs de puissance**, tels que les interrupteurs de sélection de vitesse, susceptibles d'être en position marche sous la charge électrique: pour 1 000 cycles de manœuvres. Cependant cet essai n'est pas exigé si les exigences de la présente Norme sont satisfaites avec l'interrupteur court-circuité;
- les interrupteurs autres que les **interrupteurs de puissance** qui
 - sont destinés au fonctionnement sans charge électrique et qui peuvent fonctionner uniquement à l'aide d'un outil ou qui sont verrouillés de telle sorte qu'ils ne puissent pas fonctionner sous charge; ou bien
 - assurent une fonction inversant la direction du moteur; ou bien
 - sont des interrupteurs pour une charge de 20 mA, comme indiqué en 7.1.2.6 de la CEI 61058-1:2008n'ont pas besoin de présenter une caractéristique d'endurance particulière.

NOTE 2 L'endurance d'inversion moteur est soumise à l'essai en 18.7.

La conformité est vérifiée par examen des indications sur l'interrupteur et avec la documentation et les certificats fournis avec l'interrupteur.

23.1.10.2 Les propriétés d'endurance des interrupteurs doivent être appropriées.

La conformité est vérifiée en soumettant trois échantillons de l'interrupteur à l'essai d'endurance de cycle accéléré de 17.2.4.4 de la CEI 61058-1:2008, mais dans des conditions de charge spécifiées soit en 23.1.10.2.1, soit en 23.1.10.2.2 et avec le nombre de cycles de manœuvres comme spécifié ci-dessous.

*Les **interrupteurs de puissance** pour les **outils portatifs** sont soumis à l'essai pour 50 000 cycles de manœuvres. Les **interrupteurs de puissance** pour **outils portables** et **machines pour jardins et pelouses** sont soumis à l'essai pour 10 000 cycles de manœuvres.*

*Si un **interrupteur de puissance** comporte des contacts mécaniques en série avec un circuit électronique comprenant un ou plusieurs dispositif(s) de coupure à semiconducteur (SSD – semiconductor switching device) comme défini dans la CEI 61058-1:2008 dans le(s)quel(s) le circuit assure une fonction de protection en réduisant le courant pendant le fonctionnement de l'interrupteur, puis:*

- *sur trois échantillons supplémentaires, le circuit électronique doit être shunté et l'essai répété pendant au moins 1 000 cycles de manœuvres; ou*
- *la fonction de protection doit être considérée comme une **fonction critique pour la sécurité** et être conforme au niveau de performance le plus élevé des **interrupteurs de puissance** en 18.8.*

*Les interrupteurs autres que les **interrupteurs de puissance**, tels que les interrupteurs de sélection de vitesse, susceptibles d'être en position marche alors qu'ils sont sous tension, sont soumis à l'essai comme décrit ci-dessus, mais pour 1 000 cycles de manœuvres seulement pour les conditions de charge rencontrées en **utilisation normale**.*

*Les interrupteurs autres que les **interrupteurs de puissance**, destinés au fonctionnement sans charge électrique, et ne pouvant être utilisés qu'avec l'aide d'un outil ou qui sont bloqués de façon à ne pas pouvoir fonctionner sous charge électrique, ne sont pas soumis aux essais de 17.2.4.4 de la CEI 61058-1:2008.*

Les interrupteurs inversés ne sont pas soumis aux essais de 17.2.4.4 de la CEI 61058-1:2008, puisqu'ils sont soumis à l'essai en 18.7.

Les interrupteurs pour une charge de 20 mA classés en 7.1.2.6 de la CEI 61058-1:2008 ne sont pas non plus soumis aux essais de 17.2.4.4 de la CEI 61058-1:2008.

Une fois les essais ci-dessus terminés, l'interrupteur doit pouvoir passer de la position "marche" à "arrêt" et être conforme à l'exigence d'isolation (TE3) de 17.2.5.3 de la CEI 61058-1:2008 pour l'**isolation principale**.

23.1.10.2.1 Pour les interrupteurs soumis à l'essai sous une charge extérieure, les conditions de charge sont les suivantes:

Les **interrupteurs de puissance** pour les outils à moteur et les **machines** à moteur **pour jardins et pelouses** sont considérés comme classés selon 7.1.2.2 de la CEI 61058-1:2008. Ils sont soumis à l'essai avec 6 fois le courant établi I-M et un facteur de puissance de $0,6 \pm 0,05$, et un courant coupé I-M et un facteur de puissance $\geq 0,9$, le courant I-M étant le **courant assigné** de l'outil.

Les **interrupteurs de puissance** pour les outils à entraînement magnétique et les **machines** à entraînement magnétique **pour jardins et pelouses** sont considérés comme classés selon 7.1.2.8 de la CEI 61058-1:2008. Ils sont soumis à l'essai avec 6 fois le courant établi I-I et un facteur de puissance de $0,6 \pm 0,05$, et un courant coupé I-I et un facteur de puissance de $0,6 \pm 0,05$, le courant I-I étant le **courant assigné** de l'outil.

Les interrupteurs autres que les **interrupteurs de puissance**, mais susceptibles de connaître les mêmes conditions de charge que les **interrupteurs de puissance en utilisation normale**, doivent être soumis à l'essai dans les conditions de charge correspondantes indiquées ci-dessus.

23.1.10.2.2 Pour les interrupteurs soumis à l'essai à l'aide de la charge magnétique ou du moteur qui se produit dans l'outil, l'interrupteur est soumis à l'essai sous la **tension assignée** pour le nombre exigé de cycles de manœuvres, chaque cycle étant composé comme suit:

- 1) L'outil étant au repos, l'interrupteur est fermé sans qu'on applique une charge mécanique à l'outil.
- 2) L'interrupteur est ouvert, l'outil étant chargé au **courant assigné** ou à la **puissance assignée**.

Les cycles de manœuvres doivent être effectués le plus vite possible mais il n'est pas nécessaire qu'ils satisfassent aux exigences de 17.2.3.4.1 de la CEI 61058-1:2008.

23.1.10.3 Le pouvoir de coupure des **interrupteurs de puissance** des outils à moteur et des **machines** à moteur **pour jardins et pelouses** doit être approprié.

La conformité est vérifiée par l'essai de rotor bloqué (TC9) de 17.2.4.9 de la CEI 61058-1:2008 avec un courant de 6 I-M. En variante, l'essai est effectué avec l'interrupteur incorporé dans l'outil, le moteur étant verrouillé, chaque période "marche" étant inférieure à 0,5 s, et chaque période "arrêt" étant inférieure à 10 s.

A l'issue de cet essai, l'**interrupteur de puissance** ne doit subir aucune défaillance électrique ou mécanique. Si l'interrupteur fonctionne correctement en position "marche" ou "arrêt" à la fin de l'essai, on considère qu'il n'y a ni défaillance mécanique ni défaillance électrique.

23.1.11 Les **interrupteurs de puissance** électroniques, sans séparation de contact mécanique série (entrefer), sont autorisés, à condition que les exigences de 18.6 et de 18.8 soient satisfaites.

NOTE Les **interrupteurs de puissance** électroniques sont considérés comme assurant une **fonction critique pour la sécurité**.

23.2 Les outils ne doivent pas être pourvus

- d'interrupteurs ou de dispositifs de commande automatiques en câbles souples, mais les **dispositifs de protection** tels que les **RCD** sont autorisés;
- de dispositifs, sauf pour les conducteurs de mise à la terre, destinés, en cas de défaut dans l'outil, à provoquer le fonctionnement du dispositif de protection de la canalisation fixe;
- de **coupe-circuit thermiques** qui peuvent être remis en service par soudage.

La conformité est vérifiée par examen.

23.3 Les dispositifs de protection (par exemple, les dispositifs de protection contre les surcharges ou les surchauffes) ou les circuits qui éteignent l'outil doivent être de type sans réarmement automatique s'il existe un risque associé à un démarrage involontaire, comme spécifié dans la partie applicable de la CEI 62841-2 (21.18.1.2), de la CEI 62841-3 ou de la CEI 62841-4.

Les régulateurs électroniques de vitesse et de charge ne sont pas considérés comme des dispositifs de protection s'ils n'éteignent pas l'outil mais en réduisent la vitesse lorsqu'une charge est appliquée, et en augmentent la vitesse lorsque la charge est retirée. Un **RCD** n'est pas considéré comme un dispositif de protection.

Reprogrammer un dispositif de protection en éteignant l'outil puis en rallumant l'outil avec l'**interrupteur de puissance** est considéré comme une action sans réarmement automatique.

La conformité est vérifiée par examen.

23.4 Les fiches et les socles de prise de courant pour les circuits **à très basse tension**, et celles utilisées comme bornes de connexion pour les éléments chauffants, ne doivent pas être interchangeables avec les fiches réseau et les prises de courant énumérées dans la CEI 60884, dans la CEI/TR 60083 ou dans la CEI 60906-1, ni avec les prises mobiles de connecteur et les socles de connecteur conformes à la feuille de norme de la CEI 60320-1.

La conformité est vérifiée par examen.

23.5 Les moteurs raccordés au réseau d'alimentation, ayant une isolation principale inappropriée pour la tension assignée de l'outil, doivent satisfaire aux exigences de l'Annexe B.

La conformité est vérifiée par les essais de l'Annexe B.

24 Raccordement au réseau et câbles souples extérieurs

24.1 Les outils doivent être munis de l'un des moyens suivants de raccordement au réseau:

- un **câble d'alimentation** d'une longueur minimale de 1,8 m et pourvu d'une fiche;
- un **câble d'alimentation** d'une longueur minimale de 1,8 m et dépourvue de fiche, les informations relatives à la connexion doivent être indiquées dans les instructions selon 8.14.2 a);
- un socle de connecteur ayant au moins le même degré de protection contre l'humidité que celui requis pour l'outil;
- un **câble d'alimentation** d'une longueur comprise entre 0,2 m et 0,5 m et équipé d'une fiche ou d'une autre prise mobile de connecteur présentant au moins le même degré de protection contre l'humidité que celui requis pour l'outil.

Les fiches, les prises mobiles de connecteur et les entrées doivent être adaptées aux caractéristiques assignées de l'outil.

La conformité est vérifiée par examen et par des mesures.

Le câble est mesuré à partir de l'endroit où il sort de l'outil jusqu'à l'endroit où il entre dans la fiche, s'il y en a une, ou jusqu'à son extrémité, s'il n'y a pas de fiche.

24.2 Les **câbles d'alimentation** doivent être assemblés à l'outil par l'une des méthodes suivantes:

- **fixation du type X**;
- **fixation du type Y**;
- **fixation du type Z**, si la partie applicable de la CEI 62841-2, de la CEI 62841-3 ou de la CEI 62841-4 l'autorise.

Les **câbles d'alimentation** avec des **fixations du type X** doivent être des câbles préparés spécialement, disponibles uniquement auprès du fabricant ou de son service après-vente. Un câble spécialement préparé peut aussi comporter une partie de l'outil.

La conformité est vérifiée par examen et, si nécessaire, par un essai manuel.

24.3 Les fiches de prise de courant ne doivent pas être pourvues de plusieurs cordons souples.

La conformité est vérifiée par examen.

24.4 Les **câbles d'alimentation** ne doivent pas être plus légers que:

- les cordons sous gaine ordinaire de caoutchouc (dénomination 60245 IEC 53); ou
- les cordons sous gaine ordinaire de polychlorure de vinyle (dénomination 60227 IEC 53).

Les câbles souples isolés au polychlorure de vinyle ne doivent pas être utilisés pour les outils ayant des parties métalliques externes dont l'échauffement est supérieur à 75 K pendant l'essai de l'Article 12.

NOTE 1 Aux États-Unis, les conditions suivantes s'appliquent:

Les **câbles d'alimentation** ne doivent pas être plus légers que le câble "Junior Hard service cord" conformément au National Electrical Code, NFPA 70,

Les fiches de branchement et les câbles doivent présenter des valeurs assignées égales ou supérieures aux caractéristiques assignées de l'outil.

NOTE 2 Au Canada, les conditions suivantes s'appliquent:

Les **câbles d'alimentation** ne doivent pas être plus légers que le câble "Hard Usage cord" conformément au National Electrical Code, Partie 1.

Les fiches de branchement et les câbles doivent présenter des valeurs assignées égales ou supérieures aux caractéristiques assignées de l'outil.

La conformité est vérifiée par examen et par des mesures.

24.5 Les **câbles d'alimentation** doivent avoir une section nominale non inférieure à celle indiquée au Tableau 8.

Tableau 8 – Section minimale et tailles AWG des câbles d'alimentation

Courant assigné de l'outil A	Section nominale mm ²	Taille AWG ^a
Inférieur ou égal à 6	0,75	18
Compris entre 6 et 10 inclus	1	
Compris entre 10 et 12 inclus	1,5	17
Compris entre 12 et 13 inclus		16
Compris entre 13 et 16 inclus		14
Compris entre 16 et 18 inclus	2,5	12
Compris entre 18 et 25 inclus		

^a AWG signifie American Wire Gauge comme défini dans la norme ASTM B 258-02

*La conformité est vérifiée par examen des indications sur le **câble d'alimentation**.*

24.6 Le **câble d'alimentation** des **outils de la classe I** doit comporter un conducteur vert ou vert/jaune relié à la borne de mise à la terre interne de l'outil et au contact de terre de la fiche de prise de courant.

La conformité est vérifiée par examen.

24.7 Les conducteurs des **câbles d'alimentation** ne doivent pas être renforcés par une soudure à l'étain s'ils sont soumis à une pression de contact, à moins que le dispositif de serrage ne soit construit de façon à éliminer tout risque de mauvais contact en raison d'un fluage à froid de la soudure.

La conformité est vérifiée par examen.

Il peut être satisfait à l'exigence en utilisant des bornes élastiques. Le seul serrage des vis de serrage n'est pas considéré comme approprié.

24.8 Pour tous les types de fixation, l'isolation du **câble d'alimentation** ne doit pas être endommagée lors du moulage du câble sur l'enveloppe ou sur une partie de l'enveloppe de l'outil.

La conformité est vérifiée par examen.

24.9 Les outils équipés d'un **câble d'alimentation** doivent être construits de façon à protéger le **câble d'alimentation** contre les détériorations à l'endroit où il entre dans l'outil.

Cela doit être obtenu grâce à:

- un dispositif de protection de câble souple; ou
- un socle de câble; ou
- une traversée.

La conformité est vérifiée par examen.

24.10 Les socles de câble et les traversées doivent:

- être de forme telle qu'ils ne puissent pas endommager le **câble d'alimentation**;
- être fixés convenablement;

- ne pas être des parties amovibles sans l'aide d'un outil.

La conformité est vérifiée par examen et par un essai manuel.

24.11 Les outils, autres que les **outils portables**, équipés d'un **câble d'alimentation** plié en fonctionnement, doivent être construits de façon à protéger le **câble d'alimentation** contre une flexion excessive à l'endroit où il entre dans l'outil.

La conformité est vérifiée par les essais suivants a) et b).

- a) *La partie de l'outil équipé d'un **câble d'alimentation** et son système d'entrée sont fixés dans la partie oscillante d'un appareillage similaire à celui de la Figure 2. La distance X indiquée à la Figure 2, qui va de l'axe d'oscillation à l'endroit où le **câble d'alimentation** entre dans l'outil, est ajustée de façon à ce que, lorsque la partie oscillante oscille au maximum, le mouvement latéral du câble et de la charge soit minimal.*

*Un poids ayant une masse égale à celle de l'outil comme spécifié en 5.17, mais au moins égale à 2 kg et ne dépassant pas 6 kg, est attaché au **câble d'alimentation**.*

*La partie oscillante est inclinée dans un sens, puis dans l'autre, les deux positions extrêmes faisant un angle de 90° (45° de part et d'autre de la verticale), le nombre de flexions étant de 20 000 et la cadence de 60 par minute. Une flexion est un mouvement, soit dans un sens, soit dans l'autre. Après 10 000 flexions, l'échantillon est tourné de 90° autour de l'axe d'entrée du **câble d'alimentation** et les 10 000 dernières flexions sont effectuées.*

- b) *Pour les outils équipés d'un dispositif de protection, le dispositif d'arrêt de traction et les vis des bornes sont desserrés, sans retirer les conducteurs du **câble d'alimentation**. Toutefois, si le dispositif de protection est serré sous le dispositif d'arrêt de traction, ce dernier n'est pas desserré.*

Puis l'outil est soulevé par le dispositif de protection, sans secousse, sur une distance d'environ 500 mm en environ 1 s, et replacé sur un support. Cette opération est effectuée 10 fois.

Pendant cet essai, le dispositif de protection ne doit pas sortir de son logement.

Après les essais a) et b), le cas échéant, les résultats suivants ne doivent pas apparaître:

- *déconnexion d'un conducteur de sa borne;*
- *casse de plus de 10 % des brins d'un conducteur.*

NOTE Les conducteurs comprennent les conducteurs de mise à la terre.

24.12 Les **câbles d'alimentation** des outils, autres que les **outils portables**, qui sont pliés en fonctionnement doivent être protégés contre un pliage excessif à l'orifice d'entrée de l'outil.

Les éventuels dispositifs de protection doivent être fixés de façon sûre et conçus de façon que leur longueur, comptée extérieurement à partir de l'orifice d'entrée de l'outil, soit au moins égale à cinq fois le diamètre extérieur du câble ou du cordon livré avec l'outil.

La conformité est vérifiée par examen, par des mesures et par l'essai suivant.

*L'outil est équipé d'un **câble d'alimentation** qui mesure environ 100 mm à partir de l'extrémité de l'entrée du **câble d'alimentation** ou de l'éventuel dispositif de protection.*

*L'outil est placé de façon que l'axe d'entrée du **câble d'alimentation**, ou du dispositif de protection, s'il y a lieu, à l'endroit où le câble en sort, fasse saillie d'un angle de 45° avec l'horizontale lorsque le **câble d'alimentation** est exempt de contrainte.*

*Une masse, égale à 10 Dc² g est alors attachée à l'extrémité libre du **câble d'alimentation**. Dc étant, en millimètres, le diamètre extérieur du **câble d'alimentation** livré avec l'outil.*

*Immédiatement après que la masse a été attachée, le rayon de courbure du **câble d'alimentation** ne doit pas être inférieur à 1,5 Dc sur toute la longueur du **câble d'alimentation**.*

24.13 Les outils équipés d'un **câble d'alimentation** doivent comporter un dispositif d'arrêt de traction. Le dispositif d'arrêt de traction doit préserver les conducteurs des contraintes, y compris la torsion, aux bornes et protéger l'isolation des conducteurs contre l'abrasion.

Il ne doit pas être possible de repousser le câble à l'intérieur de l'outil au point que le câble ou les parties internes de l'outil puissent être endommagés.

La conformité est vérifiée par examen, par un essai manuel et par l'essai suivant.

Une marque est faite sur le câble en même temps qu'il est soumis à la force de traction indiquée dans le Tableau 9 à une distance d'environ 20 mm du dispositif d'arrêt de traction ou à un autre endroit adapté.

Le câble est ensuite tiré sans secousse pendant 1 s dans la direction la plus défavorable avec la force spécifiée. L'essai est effectué 25 fois.

Le câble, à moins qu'il ne soit sur un enrouleur automatique, est ensuite soumis à un couple appliqué aussi près que possible de l'outil. Le couple est spécifié dans le Tableau 9 et est appliqué pendant 1 min.

Tableau 9 – Force de traction et couple de torsion

Masse de l'outil comme spécifié en 5.17 kg	Force de traction N	Couple Nm
Inférieure ou égale à 1	30	0,1
Comprise entre 1 et 4 inclus	60	0,25
Supérieure à 4	100	0,35

Au cours des essais, le câble ne doit pas être endommagé et ne doit pas présenter de contrainte appréciable aux bornes. La force de traction est réappliquée et on ne doit pas constater de déplacement longitudinal du câble de plus de 2 mm.

24.14 Les dispositifs d'arrêt de traction doivent être disposés de manière à n'être accessibles qu'à l'aide d'un outil ou être conçus de telle façon que le câble ne puisse être raccordé qu'à l'aide d'un outil.

La conformité est vérifiée par examen.

24.15 Les dispositifs d'arrêt de traction doivent être conçus ou situés de sorte que:

- le câble ne puisse pas entrer en contact avec des vis de serrage de ces dispositifs si ces vis sont accessibles, à moins qu'elles ne soient séparées des parties métalliques accessibles par une **isolation supplémentaire**;
- le câble ne soit pas maintenu par une vis métallique qui appuie directement sur le câble;
- les presse-étoupe ne soient pas utilisés comme dispositifs d'arrêt de traction;
- pour les **outils de classe I**, si un défaut d'isolement du câble risque de rendre accessibles les parties actives métalliques, elles sont alors en matière isolante ou sont équipées d'une enveloppe isolante conforme aux exigences relatives à l'**isolation principale**. La gaine du câble est considérée comme adaptée à cet objectif;

- pour les **outils de la classe II**, ils soient en matière isolante ou isolés des parties métalliques accessibles par une isolation conforme aux exigences relatives à l'**isolation supplémentaire**. La seule gaine du câble n'est pas considérée comme satisfaisant à cette exigence.

La conformité est vérifiée par examen.

24.16 Les dispositifs d'arrêt de traction pour les **fixations du type X** doivent être conçus et placés de telle façon que:

- le remplacement du câble puisse être effectué facilement;
- la façon de réaliser la protection contre la traction et contre la torsion soit claire;
- les éventuelles vis qu'il faut manœuvrer lors du remplacement du câble ne fixent pas d'autres composants. Toutefois, cela n'est pas applicable si, lorsqu'on oublie les vis ou que le composant est monté de façon incorrecte, l'outil ne fonctionne plus ou est manifestement incomplet; ou si les parties destinées à être fixées par ces vis ne peuvent pas être enlevées sans l'aide d'un outil lors du remplacement du câble;
- si le parcours des labyrinthes peut ne pas être suivi, l'essai de 24.13 soit néanmoins satisfait;
- une partie au moins du dispositif d'arrêt de traction soit fixée de façon sûre à l'outil ou à une partie fonctionnelle de l'outil telle que l'interrupteur, le répartiteur ou parties analogues, à moins qu'il ne constitue une partie d'un câble spécialement préparé.

La conformité est vérifiée par examen et par l'essai de 24.13 dans les conditions suivantes.

Les conducteurs sont mis en place dans les bornes et les vis éventuelles des bornes sont serrées juste assez pour que les conducteurs ne puissent pas aisément changer de position. Le dispositif d'arrêt de traction est utilisé normalement et les vis éventuelles de serrage du dispositif d'arrêt de traction sont serrées aux deux tiers du couple spécifié en 27.1.

Les vis en matière isolante qui portent directement sur le câble sont serrées aux deux tiers du couple spécifié dans la colonne I du Tableau 11, la longueur de la rainure dans la tête de vis étant considérée comme le diamètre nominal de la vis.

24.17 Pour les **fixations du type X**, les procédés de fabrication, tels que fixer le câble par un nœud ou en attacher les extrémités avec de la ficelle ne sont pas admis.

La conformité est vérifiée par examen.

24.18 L'espace réservé au **câble d'alimentation** à l'intérieur d'un outil ou comme une partie de l'outil pour les **fixations du type X** doit être conçu de sorte:

- qu'il permette de vérifier que les conducteurs sont correctement disposés et raccordés avant la mise en place d'un couvercle éventuel;
- que les couvercles éventuels puissent être mis en place sans risquer d'endommager les conducteurs d'alimentation ou leur isolement;
- que la partie non isolée d'un conducteur, si elle se détache de la borne, ne puisse venir en contact avec les **parties accessibles**, à moins que l'extrémité du câble ne soit telle qu'il soit improbable que le conducteur ne s'échappe.

*La conformité est vérifiée par examen et, pour les **fixations du type X**, par l'essai supplémentaire suivant.*

Pour les bornes à trou, lorsque les conducteurs ne sont pas fixés séparément à 30 mm de la borne ou moins, et pour les autres bornes serrées par vis, les vis ou les écrous de serrage sont desserrés tour à tour. Sans retirer le conducteur de l'espace pour conducteurs, une force de 2 N est alors appliquée au conducteur dans n'importe quelle direction et près de la borne,

de la vis ou du goujon. La partie non isolée du conducteur ne doit pas venir en contact avec des parties métalliques accessibles ou toute autre partie métallique connectée.

Pour les bornes à trou lorsque les conducteurs sont fixés séparément à 30 mm de la borne ou moins, l'outil est réputé satisfaire à l'exigence selon laquelle l'extrémité non isolée du conducteur ne doit pas venir en contact avec des parties métalliques accessibles.

24.19 Les socles de connecteurs doivent:

- être enfermés ou placés de telle façon qu'aucune **partie active** ne soit accessible lors de l'introduction ou de l'enlèvement de la prise mobile de connecteur;
- être placés de telle façon que la prise mobile de connecteur puisse être introduite sans difficulté;
- être placés de telle façon qu'après introduction de la prise mobile de connecteur, l'outil ne soit pas supporté par cette prise lorsqu'il est dans n'importe quelle position en **utilisation normale** sur une surface horizontale plane.

La conformité est vérifiée par examen, et pour la première exigence, au moyen de la sonde d'essai B de la CEI 61032:1997 pour les outils munis de socles de connecteurs non conformes à la CEI 60320.

Les outils munis de socles de connecteurs conformes à la CEI 60320 sont considérés comme satisfaisant à la première exigence.

24.20 Les **câbles d'interconnexion** doivent être conformes aux exigences relatives au **câble d'alimentation**, mais

- la section des conducteurs du câble est déterminée sur la base du courant maximal transmis par le conducteur au cours de l'essai de l'Article 12;
- l'isolation du conducteur doit être adaptée à sa **tension de service**;
- l'essai de 24.11 est limité aux différents mouvements de l'outil en **utilisation normale**.

NOTE Le courant maximal transmis par le conducteur au cours de l'essai de l'Article 12 n'est pas nécessairement le **courant assigné** de l'outil.

La conformité est vérifiée par examen et par des mesures.

24.21 Les **câbles d'interconnexion** ne doivent pas être détachables sans l'aide d'un outil si la conformité à la présente Norme est compromise lorsqu'ils sont déconnectés.

La conformité est vérifiée par examen.

25 Bornes pour conducteurs externes

25.1 Les outils doivent être équipés de bornes ou de moyens aussi efficaces pour la connexion des conducteurs externes. Les bornes ne doivent être accessibles qu'à l'aide d'un outil.

Les vis et écrous ne doivent pas servir à fixer d'autres éléments mais peuvent toutefois serrer des conducteurs internes si ceux-ci sont disposés de telle façon qu'ils ne soient pas susceptibles d'être déplacés lors du raccordement des conducteurs d'alimentation.

La conformité est vérifiée par examen et par un essai manuel.

Pour les outils munis de **fixations du type X**, les connexions soudées peuvent être utilisées pour le raccordement des conducteurs externes, pourvu que le conducteur soit positionné ou fixé de telle façon que le maintien en position ne dépende pas seulement de la soudure.

Toutefois la soudure seule peut être utilisée si des séparations sont prévues de sorte que les **lignes de fuite** et **distances d'isolement** entre les **parties actives** et les autres parties métalliques ne puissent pas être réduites à moins de 50 % des valeurs spécifiées en 28.1, si le conducteur s'échappe de la connexion soudée.

Pour les outils munis de **fixations du type Y** ou **du type Z**, les connexions par soudage, brasage, sertissage ou procédés analogues peuvent être utilisées pour le raccordement des conducteurs externes. Pour les **outils de la classe II**, les conducteurs doivent être placés ou fixés de telle façon que le maintien en position ne dépende pas seulement de la soudure, de la brasure ou du sertissage. Toutefois, la soudure, la brasure et le sertissage seuls peuvent être utilisés si des séparations sont prévues, de sorte que les **lignes de fuite** et **distances d'isolement** entre les **parties actives** et les autres parties métalliques ne puissent pas être réduites à moins de 50 % des valeurs spécifiées en 28.1 si le conducteur s'échappe de la connexion soudée ou brasée ou glisse de la connexion sertie.

L'hypothèse que deux fixations indépendantes se desserrent en même temps n'est pas retenue.

Les conducteurs raccordés par soudure seule ne sont pas considérés comme étant convenablement fixés, sauf s'ils sont maintenus en place à proximité de la borne, indépendamment de la soudure. Cependant, l'accrochage avant la soudure est généralement considéré comme un moyen approprié pour maintenir en place les conducteurs d'un **câble d'alimentation** autres qu'un fil rosette, à condition que le trou dans lequel le conducteur est introduit ne soit pas trop grand.

Les bornes d'un composant tel qu'un interrupteur peuvent être utilisées comme bornes de raccordement des conducteurs externes.

Les conducteurs raccordés aux bornes par d'autres moyens ne sont pas considérés comme convenablement fixés, sauf si une fixation supplémentaire est prévue près de la borne. Cette fixation supplémentaire, dans le cas des conducteurs câblés, maintient à la fois l'isolation et le conducteur.

La conformité est vérifiée par examen et par des mesures.

25.2 Les bornes pour les **câbles d'alimentation** doivent être adaptées à leur fonction.

La conformité est vérifiée par examen et en appliquant une force de traction de 5 N à la connexion.

Après l'essai, la connexion ne doit présenter aucun dommage qui peut compromettre la conformité à la présente Norme.

25.3 Les bornes des outils ayant une **fixation du type X** doivent être fixées de telle façon que, lorsqu'on serre ou desserre l'organe de serrage, la borne ne puisse prendre de jeu, les conducteurs internes ne soient pas soumis à des contraintes et les **lignes de fuite** et **distances d'isolement** ne soient pas réduites au-dessous des valeurs spécifiées en 28.1.

La conformité est vérifiée par examen et par l'essai de 9.6 de la CEI 60999-1:1999, le couple appliqué étant égal aux deux tiers du couple indiqué dans le Tableau 4 de la présente Norme.

On peut éviter que les bornes ne prennent du jeu en les fixant à l'aide de deux vis, à l'aide d'une vis dans un logement de façon qu'il n'y ait pas de déplacement appréciable ou par un autre dispositif approprié.

L'exigence pour la fixation des bornes n'exclut pas la possibilité d'utiliser des bornes pour l'alimentation sur les interrupteurs ou dispositifs similaires encastrés si, après connexion du

câble d'alimentation et après la remise en place de l'interrupteur ou dispositif similaire dans son logement, il peut être vérifié par examen que ces éléments et le **câble d'alimentation** sont, après remontage de l'outil, dans une position correcte.

Un recouvrement par du mélange d'étanchéité sans autre moyen de blocage n'est pas considéré comme suffisant. Des résines autodurcissantes peuvent cependant être utilisées pour bloquer des bornes qui ne sont pas soumises à des efforts de torsion en **utilisation normale**.

25.4 Les bornes des outils ayant une **fixation du type X** doivent être conçues de façon que le conducteur soit serré entre les surfaces métalliques avec une pression de contact suffisante, sans être endommagé.

La conformité est vérifiée par examen des bornes et des conducteurs, après l'essai de 25.3.

25.5 Les bornes à trou doivent être construites et placées de telle façon que l'extrémité d'un conducteur introduit dans le trou soit visible ou puisse dépasser le trou taraudé d'une longueur au moins égale à la moitié du diamètre nominal de la vis ou au moins à 2,5 mm.

La conformité est vérifiée par examen et par des mesures.

25.6 Les bornes des outils ayant une **fixation du type X** doivent être facilement reconnaissables et accessibles après ouverture de l'outil. Toutes les bornes doivent être situées derrière un couvercle ou une partie de l'enveloppe.

La conformité est vérifiée par examen.

25.7 Les bornes des outils ayant une **fixation du type X** doivent être placées ou protégées de telle façon que si un brin d'un conducteur câblé vient à se décâbler lors du raccordement des conducteurs, il n'y ait pas de risque de contact accidentel entre des **parties actives** et des parties métalliques accessibles et, pour les **outils de classe II**, entre des **parties actives** et des parties métalliques séparées des parties métalliques accessibles par une **isolation supplémentaire** seulement.

La conformité est vérifiée par l'essai suivant.

L'extrémité d'un conducteur souple ayant une section nominale spécifiée en 24.5 est dépouillée de son enveloppe isolante sur une longueur de 8 mm.

Un brin du conducteur est décâblé et les autres brins sont introduits complètement et serrés dans la borne.

Le brin décâblé est plié, sans déchirer l'enveloppe isolante, dans toutes les directions possibles, mais sans angles vifs le long de cloisons.

*Le brin décâblé d'un conducteur relié à une borne active ne doit toucher aucune partie métallique accessible ou en liaison avec une partie métallique accessible ou, pour les **outils de la classe II**, aucune partie métallique séparée des **parties accessibles** par une **isolation supplémentaire** seulement. Le brin décâblé d'un conducteur relié à une borne de terre ne doit toucher aucune **partie active**.*

26 Dispositions de mise à la terre

26.1 Les **parties accessibles** des **outils de la classe I** qui peuvent être mises sous tension en cas de défaut d'isolement doivent être reliées en permanence et de façon sûre à une borne de terre placée à l'intérieur de l'outil, ou au contact de terre du socle de connecteur.

Les conducteurs imprimés des cartes de circuits imprimés ne doivent pas être utilisés pour fournir la continuité du circuit de protection de terre.

Les bornes de terre et les contacts de terre ne doivent pas être connectés à la borne de neutre.

Les **outils de la classe II** et **de la classe III** ne doivent pas comporter de dispositions de mise à la terre.

Si des parties métalliques accessibles sont séparées des **parties actives** par des parties métalliques reliées à la borne de terre ou au contact de terre, elles ne sont pas considérées, pour les besoins de cette exigence, comme susceptibles d'être mises sous tension en cas de défaut d'isolement.

Les composants des moteurs à rotation qui ont des surfaces d'appui métal-sur-métal doivent être considérés comme reliés électriquement les uns aux autres à travers les surfaces d'appui, à des fins de mise à la terre.

Les **parties accessibles** qui sont séparées des **parties actives** par une **double isolation** ou par une **isolation renforcée** ne sont pas considérées comme susceptibles d'être mises sous tension en cas de défaut d'isolement.

Les parties métalliques qui se trouvent sous un couvercle décoratif qui ne satisfait pas à l'essai de l'Article 20 sont considérées comme des **parties accessibles**.

La conformité est vérifiée par examen.

26.2 Les organes de serrage des bornes de terre doivent être protégés efficacement contre le desserrage accidentel et il ne doit pas être possible de les desserrer sans l'aide d'un outil. Les bornes à serrage à vis satisfaisant à l'Article 25 ou les bornes sans vis conformes à la CEI 60998-2-2 sont considérées comme satisfaisant aux exigences de 26.2.

Pour les câbles spécialement préparés, les bornes satisfaisant à la CEI 61210 et les spécifications du Tableau 10 sont considérées comme satisfaisant aux exigences de 26.2. Le matériau connecteur des bornes à connexion rapide, s'il s'agit d'acier, doit être conforme aux exigences de l'Article 15.

Tableau 10 – Bornes à connexion rapide pour conducteurs de mise à la terre

Section nominale mm ²	Taille du câble AWG	Largeur minimale de la languette mm	Épaisseur minimale de la languette mm	Matériau connecteur
0,75 à 1,0	18	2,8	0,5	Laiton ou acier
1,5	16	2,8	0,8	Laiton ou acier
1,5	16	2,8	0,5	Laiton
2,5	14	6,35	0,8	Laiton ou acier

La conformité est vérifiée par examen, par des mesures, par un essai manuel et, en ce qui concerne les bornes sans vis, par l'essai spécifié dans la CEI 60998-2-2.

26.3 Si des **parties amovibles** comportent une connexion de terre, cette connexion doit être établie lors de la mise en place avant que les connexions actives ne le soient et les connexions actives doivent être interrompues lors de l'enlèvement de la partie amovible avant la coupure de la connexion de terre.

Pour les outils munis de **câbles d'alimentation**, la disposition des bornes ou la longueur des conducteurs entre le dispositif d'arrêt de traction et les bornes doit être telle que les conducteurs actifs se tendent avant le conducteur de terre, si le câble sort de son dispositif d'arrêt de traction.

La conformité est vérifiée par examen et par un essai manuel.

26.4 Toutes les parties de la borne de terre prévue pour le raccordement des conducteurs externes doivent être telles qu'il n'y ait pas de risque de corrosion résultant du contact entre ces parties et le cuivre du conducteur de terre ou tout autre métal en contact avec ces parties.

Les parties qui peuvent transmettre le courant en cas de défaut d'isolement, autres que les parties d'une armature métallique ou d'une enveloppe métallique, doivent être en métal revêtu ou non, ayant une résistance appropriée à la corrosion. Si de telles parties sont en acier, les surfaces principales doivent avoir un revêtement électroplaqué d'une épaisseur d'au moins 5 µm.

Les parties en acier revêtu ou non qui sont prévues uniquement pour assurer ou transmettre une pression de contact doivent être protégées de façon appropriée contre la rouille.

Si le corps de la borne de terre fait partie intégrante d'une armature ou d'une enveloppe en aluminium ou en alliage d'aluminium, des précautions doivent être prises pour éviter le risque de corrosion résultant du contact entre le cuivre et l'aluminium ou ses alliages.

Les parties en alliage de cuivre contenant au moins 58 % de cuivre pour les parties qui sont travaillées à froid et au moins 50 % de cuivre pour les autres parties, de même que les parties en acier inoxydable contenant au moins 13 % de chrome sont considérées comme présentant une résistance suffisante à la corrosion. Les parties ayant subi un traitement tel qu'une chromisation ne sont en général pas considérées comme étant protégées de façon appropriée contre la corrosion, mais elles peuvent être utilisées pour assurer ou transmettre la pression de contact.

Les surfaces principales des parties en acier sont, en particulier, celles qui transmettent le courant. En évaluant ces surfaces, l'épaisseur du revêtement en fonction de la forme de la partie est à prendre en compte. En cas de doute, l'épaisseur du revêtement est mesurée comme indiqué dans l'ISO 2178 ou dans l'ISO 1463.

La conformité est vérifiée par examen, par des mesures, par un essai manuel et par l'essai de 15.1.

26.5 La connexion entre la borne de terre ou le contact de terre et les parties métalliques mises à la terre doit être de faible résistance.

La conformité est vérifiée par l'essai suivant.

*On fait passer, de la borne de terre ou du contact de terre, successivement à chacune des parties métalliques accessibles, un courant fourni par une source dont la tension à vide ne dépasse pas 12 V (alternatif ou continu), et égal à 1,5 fois le **courant assigné** de l'outil ou 25 A, suivant la valeur la plus grande.*

La chute de tension est mesurée entre la borne de terre de l'outil ou le contact de terre du connecteur et la partie métallique accessible, et la résistance est calculée à partir du courant et de cette chute de tension.

En aucun cas la résistance ne doit pas dépasser 0,1 Ω .

En cas de doute, l'essai est effectué jusqu'à l'établissement des conditions de régime.

La résistance du câble souple n'est pas comprise dans la mesure de résistance.

On s'assure que la résistance de contact entre l'extrémité de la sonde de mesure et la partie métallique en essai n'influence pas les résultats de l'essai.

27 Vis et connexions

27.1 Les fixations et les connexions électriques, dont la défaillance peut compromettre la conformité à la présente Norme, et les connexions assurant la continuité de la terre, doivent supporter les contraintes mécaniques intervenant.

Les vis utilisées à ces fins ne doivent pas être en métal tendre ou sujet au fluage, tel que le zinc ou l'aluminium.

Si elles sont en matière isolante, les vis doivent avoir un diamètre nominal d'au moins 3 mm et elles ne doivent être utilisées pour aucune connexion électrique ni aucune connexion assurant la continuité de la terre.

Les vis qui transmettent la pression de contact électrique doivent se visser dans du métal.

Les vis ne doivent pas être en matière isolante si leur remplacement par une vis métallique peut altérer l'**isolation supplémentaire** ou l'**isolation renforcée**.

Les vis qui peuvent être enlevées lors du remplacement d'un **câble d'alimentation** avec **fixation du type X** ou de toute autre opération d'**entretien par l'utilisateur** ne doivent pas être en matière isolante si leur remplacement par une vis métallique peut altérer l'**isolation principale**.

La conformité est vérifiée par examen et par l'essai suivant.

Les vis et les écrous sont soumis à l'essai s'ils sont

- *utilisés pour les connexions électriques;*
- *utilisés pour les connexions assurant la continuité à la terre;*
- *susceptibles d'être serrés*
 - *au cours d'opérations d'entretien par l'utilisateur;*
 - *lors du remplacement d'un **câble d'alimentation** avec **fixation du type X**;*
 - *au cours de l'installation/assemblage selon les informations exigées en 8.14.2 a).*

Les vis et les écrous sont serrés et desserrés sans secousse:

- *10 fois s'il s'agit de vis s'engageant dans un filetage en matière isolante;*
- *5 fois pour les écrous et les autres vis.*

Les vis s'engageant dans un filetage en matière isolante sont chaque fois retirées complètement et engagées à nouveau.

Pour l'essai des vis et écrous des bornes, un conducteur de la section nominale spécifiée en 24.5 est placé dans la borne. Il est repositionné avant chaque serrage.

L'essai est effectué à l'aide d'un tournevis d'essai ou d'une clef approprié(e) et en appliquant le couple de torsion indiqué dans le Tableau 11. Il faut que la forme de la lame du tournevis d'essai soit adaptée à la tête de la vis à soumettre à l'essai. La colonne applicable est:

la colonne I pour les vis métalliques sans tête qui ne font pas saillie par rapport à l'écrou après serrage complet;

la colonne II

- pour les autres vis métalliques et pour les écrous;
- pour les vis en matière isolante
 - à tête hexagonale dont le diamètre du cercle inscrit dépasse le diamètre extérieur du filetage, ou
 - à tête cylindrique avec un évidement dont le diamètre du cercle circonscrit dépasse le diamètre extérieur du filetage, ou
 - à tête à fente simple ou en croix, ayant une longueur dépassant 1,5 fois le diamètre extérieur du filetage;

la colonne III pour les autres vis en matière isolante.

Pendant l'essai, on ne doit constater aucune détérioration nuisant à l'emploi ultérieur des assemblages et des connexions électriques.

Tableau 11 – Couple pour l'essai des vis et des écrous

Diamètre nominal de la vis mm	Couple Nm		
	I	II	III
Inférieur ou égal à 2,8	0,2	0,4	0,4
Compris entre 2,8 et 3,0 inclus	0,25	0,5	0,5
Compris entre 3,0 et 3,2 inclus	0,3	0,6	0,5
Compris entre 3,2 et 3,6 inclus	0,4	0,8	0,6
Compris entre 3,6 et 4,1 inclus	0,7	1,2	0,6
Compris entre 4,1 et 4,7 inclus	0,8	1,8	0,9
Compris entre 4,7 et 5,3 inclus	0,8	2,0	1,0
Supérieur à 5,3	–	2,5	1,25

27.2 Les connexions électriques doivent être réalisées de telle façon que la pression de contact ne se transmette pas par l'intermédiaire de matériaux isolants qui sont susceptibles de se contracter ou de se déformer, sauf si un retrait éventuel ou une déformation de la matière isolante est susceptible d'être compensé par une élasticité suffisante des parties métalliques. La céramique n'est pas susceptible de se contracter ou de se déformer.

La conformité est vérifiée par examen.

27.3 Les vis à tôle (à gros filet) ne doivent pas être utilisées pour la connexion des parties transportant le courant, sauf si elles serrent directement ces parties l'une contre l'autre et sont pourvues d'un dispositif de blocage approprié.

Les vis autotaraudeuses ne doivent pas être utilisées pour la connexion électrique des parties transportant le courant, sauf si elles donnent naissance à un filetage normal. Ces vis ne doivent pas être utilisées si elles sont susceptibles d'être manœuvrées par l'utilisateur, à moins que le filetage ne soit formé par repoussage.

Les vis autotaraudeuses et les vis à tôle peuvent être utilisées pour assurer la continuité de la mise à la terre, pourvu qu'il ne soit pas nécessaire, en **utilisation normale**, de déplacer la connexion et que deux vis au moins soient utilisées pour chaque connexion.

La conformité est vérifiée par examen.

27.4 Les vis qui assurent une liaison mécanique entre différentes parties de l'outil doivent être protégées contre le desserrage si elles assurent également une connexion électrique.

Cette exigence ne s'applique pas aux vis du circuit de mise à la terre si au moins deux vis sont utilisées pour la connexion ou si un circuit de mise à la terre de remplacement est prévu.

Des rondelles élastiques et des dispositifs similaires sont des moyens qui peuvent constituer une protection suffisante. L'utilisation de mélange d'étanchéité qui se ramollit sous l'influence de la chaleur ne protège efficacement contre le desserrage que les connexions à vis qui ne sont pas soumises à des efforts de torsion en **utilisation normale**.

Les rivets utilisés pour des connexions électriques doivent être protégés contre le desserrage, si ces connexions sont soumises à des efforts de torsion en **utilisation normale**. L'utilisation d'un axe non cylindrique ou d'une encoche appropriée peut être suffisante pour satisfaire à cette exigence.

Cette exigence n'implique pas qu'il soit nécessaire d'utiliser plusieurs rivets pour assurer la continuité de terre.

La conformité est vérifiée par examen et par un essai manuel.

27.5 Les prises mobiles de connecteur sans vis, non destinées à une déconnexion en **utilisation normale**, doivent empêcher une déconnexion en **utilisation normale**.

La conformité est vérifiée par l'essai suivant.

Les prises mobiles de connecteur qui arrêtent le fil doivent résister à une traction de 5 N appliquée dans le fil dans la direction opposée à la force utilisée pour appliquer la prise mobile de connecteur. Ni la prise mobile de connecteur ni le fil ne doivent être déconnectés. Si la direction d'application n'est pas alignée sur la direction de sortie du fil, alors la force doit être appliquée dans les deux directions, l'une puis l'autre.

Les prises mobiles de connecteur dont la rétention a été étudiée conformément aux normes CEI applicables (CEI 61210, CEI 60998-2-1, CEI 60998-2-2, CEI 60999-1:1999, CEI 61984) sont considérées comme satisfaisant aux exigences de 27.5.

27.5.1 Les conducteurs doivent être protégés de plusieurs façons ou ne doivent pas affecter la sécurité s'ils se détachent.

La conformité est vérifiée par examen et, s'il y a lieu, par l'essai suivant.

S'il n'y a qu'un seul moyen de protection, les conducteurs sont détachés un par un de leur prise mobile de connecteur et soumis à l'étape suivante.

*Le conducteur détaché est déplacé autour de son point de rétention le plus proche, afin de vérifier que les **distances d'isolement** ne peuvent être réduites à moins de 50 % des valeurs spécifiées en 28.1.*

NOTE Les prises mobiles de connecteur destinées à sertir l'isolation et le conducteur intérieur sont un exemple d'une façon supplémentaire de protéger les conducteurs.

28 Lignes de fuite, distances d'isolement et distances à travers l'isolation

28.1 Les **lignes de fuite** et les **distances d'isolement** ne doivent pas être inférieures aux valeurs en millimètres indiquées au Tableau 12. Les valeurs spécifiées dans le Tableau ne s'appliquent pas aux points de convergence des enroulements de moteur.

Les valeurs du Tableau 12 sont supérieures ou égales aux valeurs exigées par la CEI 60664-1 en cas d'application

- d'une catégorie de surtension II;
- d'un groupe de matériau III;
- d'un degré de pollution 1 pour les parties protégées contre la pollution et pour les enroulements vernis ou émaillés;
- d'un degré de pollution 3 pour les autres parties;
- d'un champ électrique hétérogène.

Si une tension résultant d'un phénomène de résonance se produit entre le point où un enroulement et un condensateur sont reliés entre eux et les parties métalliques séparées des **parties actives** par une **isolation principale** seulement, les **lignes de fuite** et les **distances d'isolement** ne doivent pas être inférieures aux valeurs spécifiées pour la valeur de la tension produite par la résonance; ces valeurs sont augmentées de 4 mm dans le cas d'une **isolation renforcée**.

La conformité est vérifiée par des mesures.

Pour les outils équipés d'un socle de connecteur, les mesures sont effectuées avec une prise mobile de connecteur adaptée insérée. Pour les autres outils, elles sont effectuées sur l'outil en l'état de livraison.

Pour les outils munis de courroies, les mesures sont effectuées les courroies étant en place et les dispositifs destinés à faire varier la tension des courroies étant réglés à la position la plus défavorable dans leur plage de réglage, et également les courroies étant enlevées.

Les parties mobiles sont placées dans la position la plus défavorable. Les écrous et les vis à tête non cylindrique sont présumés serrés dans la position la plus défavorable.

*Les **distances d'isolement** entre bornes et parties métalliques accessibles sont aussi mesurées, les vis ou les écrous étant desserrés autant que possible mais les **distances d'isolement** ne doivent pas être inférieures à 50 % des valeurs figurant dans le Tableau 12.*

Tableau 12 – Lignes de fuite et distances d'isolement minimales

Dimensions en millimètres

Distances	Outils de la classe III		Autres outils					
			Tension de service ≤ 130 V		Tension de service > 130 V et ≤ 280 V		Tension de service > 280 V et ≤ 480 V	
	Ligne de fuite	Distance d'isolement	Ligne de fuite	Distance d'isolement	Ligne de fuite	Distance d'isolement	Ligne de fuite	Distance d'isolement
Entre parties actives à polarité différente ^a : – si les parties actives sont des enroulements vernis ou émaillés ou protégées contre la pollution ^b – si elles ne sont pas protégées contre la pollution	1,0	1,0	1,0	1,0	2,0	2,0	3,0	3,0
	2,0 ^d	1,5	2,0 ^c	1,5	3,0 ^c	2,5	8,0 ^d	3,0
Entre parties actives et autres parties métalliques sur une isolation principale : – si les parties actives sont des enroulements vernis ou émaillés ^e ou protégées contre la pollution ^b – si elles ne sont pas protégées contre la pollution	–	–	1,0	1,0	2,0	2,0	– ^f	– ^f
	–	–	2,4 ^d	1,5	4,0 ^d	3,0	– ^f	– ^f
Entre parties actives et autres parties métalliques sur une isolation renforcée : – si les parties actives sont des enroulements vernis ou émaillés ^e ou protégées contre la pollution ^b – pour les autres parties actives non protégées contre la pollution	–	–	5,0	5,0	6,0	6,0	– ^f	– ^f
	–	–	5,0	5,0	8,0	8,0	– ^f	– ^f
Entre parties métalliques séparées par une isolation supplémentaire	–	–	2,5	2,5	4,0	4,0	– ^f	– ^f

a	Les distances d'isolement spécifiées ne sont pas applicables à la distance entre les contacts des dispositifs de commande thermiques, les dispositifs de protection contre les surcharges, les interrupteurs à micro-coupage et les dispositifs analogues, ou à la distance des parties actives de tels dispositifs lorsque cette distance d'isolement varie avec le déplacement des contacts.
b	En général, l'intérieur d'un outil ayant une enveloppe le protégeant suffisamment contre les poussières est considéré comme protégé contre la pollution, pourvu que l'outil ne produise pas lui-même de poussière; il n'est pas exigé que l'outil soit hermétique.
c	Ces lignes de fuite sont légèrement inférieures à celles suggérées par la CEI 60664-1. Les lignes de fuite entre les parties actives de polarité différente (isolation fonctionnelle) ne sont associées qu'en cas de danger d'incendie, et non en cas de danger de choc électrique. Comme les produits du domaine d'application de la CEI 62841 sont des produits supervisés en utilisation normale , de plus faibles distances sont justifiées.
d	Ces lignes de fuite peuvent être réduites aux valeurs conformes à la CEI 60664-1, si les parties isolantes font partie du groupe de matériau II ou moins.
e	Les enroulements sont considérés comme présentant une isolation principale s'ils sont enroulés dans un ruban puis imprégnés, ou s'ils sont couverts d'une couche de résine autodurcissante, et si, après l'essai de 14.1, ils satisfont à un essai de rigidité diélectrique tel que spécifié en D.2, la tension d'essai étant appliquée entre les conducteurs de l'enroulement et de la feuille métallique en contact avec la surface de l'isolant. Cela suffit si le ruban et l'imprégnation ou la couche de résine autodurcissante couvrent uniquement les surfaces pour lesquelles il n'est pas possible d'obtenir les lignes de fuite ni les distances d'isolement spécifiées pour les enroulements vernis ou émaillés.
f	La tension assignée entre une alimentation triphasée et la terre n'est pas supérieure à 277 V, donc la colonne " Tension de service > 130 V et ≤ 280 V" s'applique. Pour les tensions de service supérieures à 280 V, les lignes de fuite et les distances d'isolement doivent être déterminées conformément à la CEI 60664-1 mais ne doivent pas être inférieures aux valeurs exigées par la colonne " Tension de service > 130 V et ≤ 280 V".

Les distances à travers les fentes ou ouvertures dans les parties extérieures en matériau isolant sont mesurées par rapport à une feuille métallique appliquée sur la surface accessible; la feuille est poussée dans les coins et endroits analogues au moyen de la sonde d'essai B de la CEI 61032:1997, mais elle n'est pas pressée dans les ouvertures.

*Si nécessaire, une force est appliquée en tout point des conducteurs internes et des conducteurs nus autres que ceux des éléments chauffants, en tout point des capillaires métalliques non isolés des **thermostats** et dispositifs analogues, et à l'extérieur des enveloppes métalliques afin d'essayer de réduire les **lignes de fuite** et les **distances d'isolement** pendant qu'on les mesure.*

La force est appliquée au moyen de la sonde d'essai B de la CEI 61032:1997 avec une valeur de:

- 2 N pour les conducteurs internes et les conducteurs nus, pour les tubes capillaires non isolés des **thermostats** et pour les parties analogues;
- 30 N pour les enveloppes.

*La façon de mesurer les **lignes de fuite** et **distances d'isolement** est décrite à l'Annexe A.*

*Pour les outils ayant des parties à **double isolation** sans interposition de métal entre l'**isolation principale** et l'**isolation supplémentaire**, les mesures sont effectuées comme s'il y avait une feuille métallique entre les deux isolations.*

Les moyens prévus pour fixer l'outil sont considérés comme étant accessibles.

Pour les impressions conductrices sur les circuits imprimés, à l'exception de leurs bords, les valeurs du tableau entre les parties de potentiels différents peuvent être réduites pour autant que la valeur crête de la tension ne dépasse pas:

- 150 V par mm pour une distance minimale de 0,2 mm, s'il existe une protection contre la pollution;
- 100 V par mm pour une distance minimale de 0,5 mm, s'il n'existe pas de protection contre la pollution.

Lorsque les limites mentionnées ci-dessus conduisent à des valeurs supérieures à celles du tableau, les valeurs du tableau s'appliquent.

NOTE Les valeurs ci-dessus sont supérieures ou égales aux valeurs exigées par la CEI 60664-3.

Ces distances peuvent être encore réduites pourvu que l'outil satisfasse aux exigences de l'Article 18 lorsque les distances sont court-circuitées tour à tour.

Les **lignes de fuite** et les **distances d'isolement** à l'intérieur des optocoupleurs ne sont pas mesurées si les isolations individuelles sont correctement scellées et si l'air est exclu entre les couches individuelles du matériau.

Pour les **parties actives** à polarité différente, sauf pour les connexions avec le réseau extérieures, des **lignes de fuite** et des **distances d'isolement** plus petites que celles spécifiées dans le tableau sont autorisées pourvu que les exigences de l'Article 18 soient satisfaites lorsque ces **lignes de fuite** et **distances d'isolement** sont court-circuitées tour à tour.

28.2 Selon la **tension de service**, la distance à travers l'isolation doit être suffisante:

- La distance à travers l'isolation entre parties métalliques, pour des **tensions de service** jusqu'à 130 V inclus, ne doit pas être inférieure à 1,0 mm si ces parties sont séparées par une **isolation supplémentaire**, ni inférieure à 1,5 mm si elles sont séparées par une **isolation renforcée**.
- La distance à travers l'isolation entre parties métalliques, pour des **tensions de service** supérieures à 130 V jusqu'à 280 V inclus, ne doit pas être inférieure à 1,0 mm si ces parties sont séparées par une **isolation supplémentaire**, ni inférieure à 2,0 mm si elles sont séparées par une **isolation renforcée**.
- Pour les **tensions de service** inférieures ou égales à 280 V inclus, la distance à travers l'**isolation renforcée** utilisée entre les enroulements et les parties métalliques accessibles doit être au moins égale à 1,0 mm.

La distance exigée à travers l'isolation peut être obtenue grâce à plusieurs épaisseurs de couches d'isolation solide, avec éventuellement de l'air entre les couches, de sorte que la somme des épaisseurs d'isolation solide est égale à l'épaisseur exigée.

Cette exigence ne s'applique pas si a) ou b) est satisfait.

- a) L'isolant est appliqué sous forme de feuilles minces autres que le mica ou matières lamellées analogues et,
- pour l'**isolation supplémentaire**, est constitué de deux couches au moins, pourvu que chacune d'elles satisfasse à l'essai de rigidité diélectrique pour l'**isolation supplémentaire**;
 - pour l'**isolation renforcée**, est constitué de trois couches au moins, pourvu que, lorsque deux de ces couches sont considérées ensemble, elles satisfassent à l'essai de rigidité diélectrique pour l'**isolation renforcée**.

La tension d'essai est appliquée entre les surfaces extérieures de la couche ou des deux couches selon le cas.

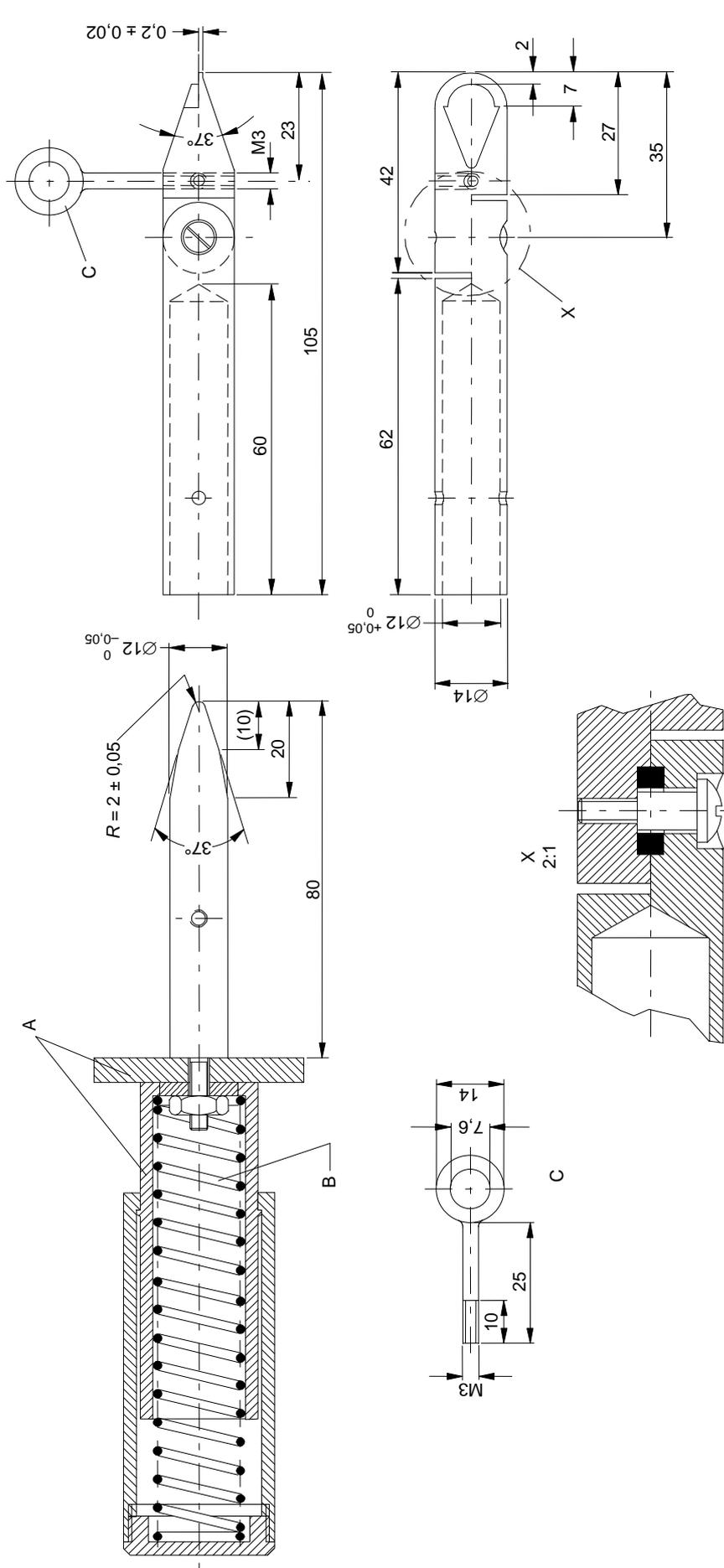
- b) L'**isolation supplémentaire** ou l'**isolation renforcée** est inaccessible et satisfait à la condition suivante:

L'isolation, après avoir été conditionnée pendant sept jours (168 h) dans une étuve maintenue à une température supérieure de 50 K à l'échauffement maximal déterminé au cours de l'essai de l'Article 12, satisfait à l'essai de rigidité diélectrique de l'Annexe D, cet essai étant effectué sur l'isolation à la température régnant dans l'étuve et après refroidissement approximativement jusqu'à la température ambiante.

La conformité est vérifiée par examen et par des mesures.

Pour les optocoupleurs, le conditionnement est effectué à une température supérieure de 50 K à l'échauffement maximal mesuré sur l'optocoupleur au cours des essais des Articles 12 et 18, l'optocoupleur étant mis en fonctionnement dans les conditions les plus défavorables se produisant au cours de ces essais.

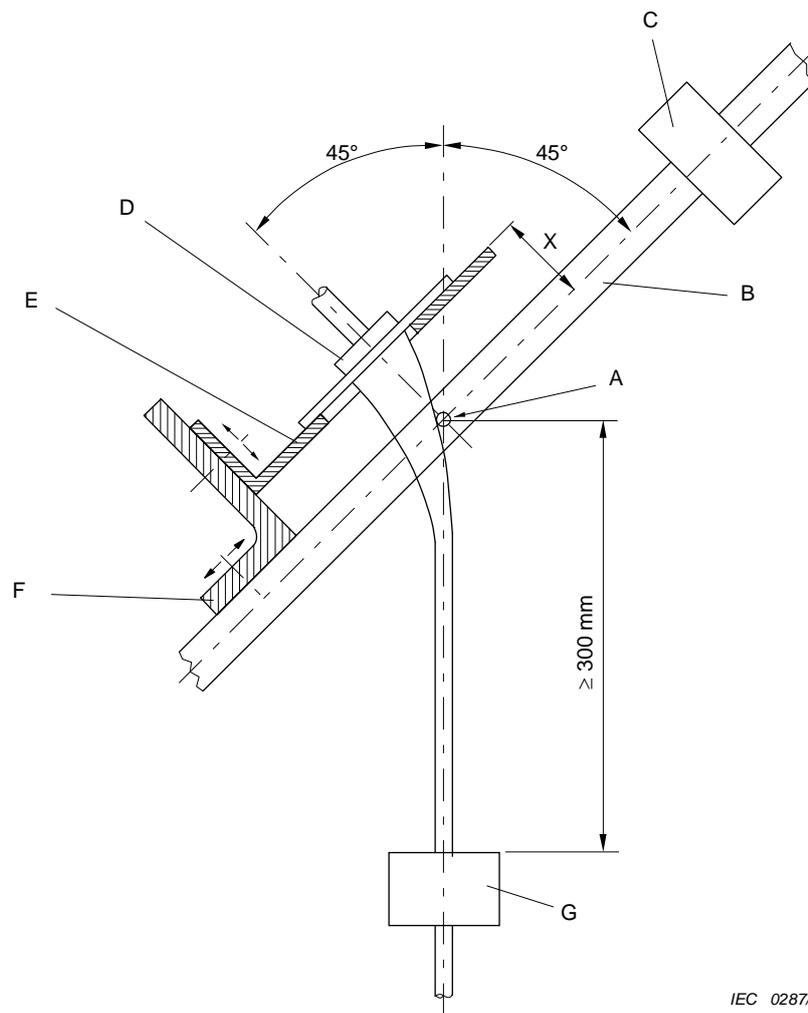
Dimensions en millimètres



Légende

- A matière isolante
- B diamètre de ressort
- C diamètre de ressort

Figure 1 – Ongle d'essai

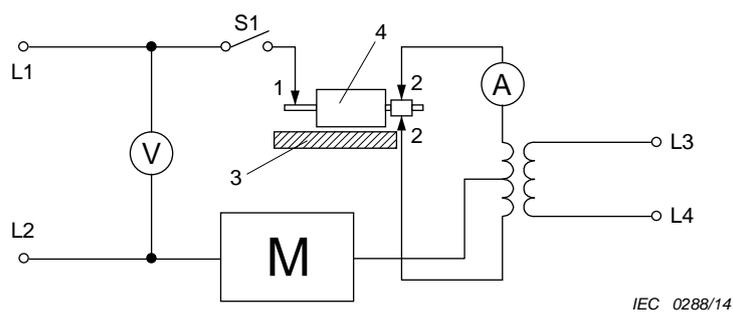


IEC 0287/14

Légende

- A axe d'oscillation
- B cadre oscillant
- C contrepoids
- D échantillon
- E plaque porteuse réglable
- F fixation réglable
- G charge

Figure 2 – Appareillage pour l'essai de flexion



Légende

- 1 contact de l'arbre
- 2 contacts de collecteur
- 3 table d'isolation
- 4 induit
- L1, L2 tension d'alimentation pour mesure du courant de fuite
- L3, L4 tension d'alimentation (variable) pour courant de charge d'induit
- M circuit de la Figure C.3 pour l'appareil de mesure du courant de fuite

Figure 3 – Essai de surcharge d'un induit de classe II

Annexe A (normative)

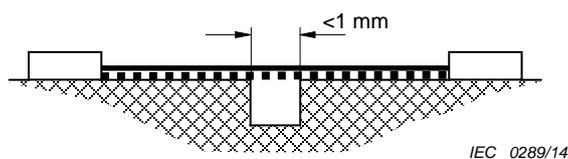
Mesure des lignes de fuite et des distances d'isolement

Les méthodes de mesure des **lignes de fuite** et des **distances d'isolement** qui sont spécifiées en 28.1 sont indiquées dans les cas 1 à 10 (voir les Figures A.1 à A.4).

Ces cas ne font pas de distinction entre distances et encoches ou entre les divers types d'isolation.

Les hypothèses suivantes sont prises en compte:

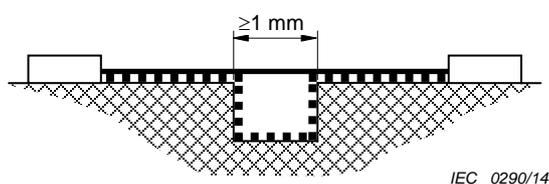
- *une encoche peut avoir des flancs parallèles, convergents ou divergents;*
- *toute encoche ayant des flancs divergents, une largeur minimale supérieure à 0,25 mm, une profondeur supérieure à 1,5 mm et une largeur à la base supérieure ou égale à 1 mm, est considérée comme équivalente à un intervalle d'air, le chemin de ligne de fuite suivant le contour de l'encoche (cas n° 8);*
- *tout coin dont l'angle d'ouverture est inférieur à 80° est considéré comme ponté par un tronçon isolant de 1 mm (largeur 0,25 mm lorsqu'il existe une protection contre la pollution), placé dans la position la plus défavorable (cas n°3);*
- *lorsque la distance au sommet d'une encoche est égale ou supérieure à 1 mm (0,25 mm lorsqu'il existe une protection contre la pollution), le chemin de **ligne de fuite** suit le contour de l'encoche (cas n°2);*
- *les **lignes de fuite** et **distances d'isolement** mesurées entre des parties mobiles l'une par rapport à l'autre sont mesurées lorsque ces parties sont placées dans leurs positions stables les plus défavorables;*
- *un intervalle d'air de moins de 1 mm (0,25 mm lorsqu'il existe une protection contre la pollution) n'est pas pris en considération pour l'évaluation de la **ligne de fuite** totale.*



Condition: Le cheminement considéré comprend une encoche à flancs parallèles ou convergents de profondeur quelconque et de largeur inférieure à 1 mm.

Règle: La **ligne de fuite** et la **distance d'isolement** sont mesurées directement à travers la rainure comme représenté.

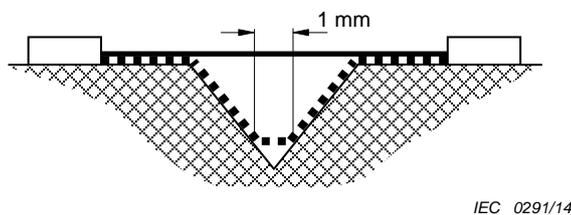
Cas 1



Condition: Le cheminement considéré comprend une encoche à flancs parallèles de profondeur quelconque et de largeur supérieure ou égale à 1 mm.

Règle: La **distance d'isolement** est la distance «en ligne droite». Le cheminement de la ligne de fuite longe le profil de la rainure.

Cas 2



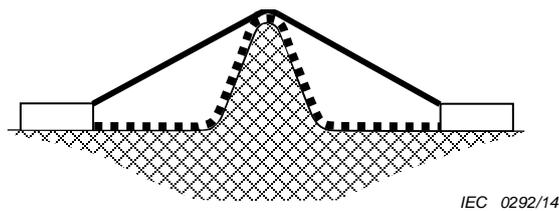
Condition: Le cheminement considéré comprend une encoche en V dont la largeur est supérieure à 1 mm et un angle interne de moins de 80°.

Règle: La **distance d'isolement** est la distance "en ligne droite". Le cheminement de la ligne de fuite longe le profil de la rainure mais "court-circuite" le bas de la rainure par un tronçon de 1 mm (0,25 mm lorsqu'il existe une protection contre la pollution).

Cas 3

————— Distance d'isolement ■■■■■ Ligne de fuite

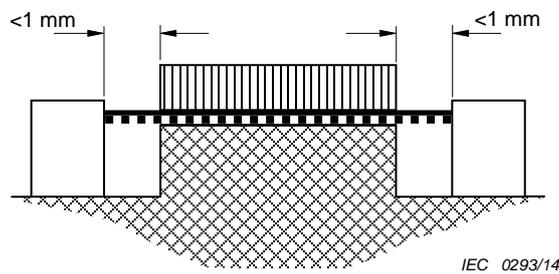
Figure A.1 – Distance pour encoche à flancs parallèles et en V



Condition: Le cheminement considéré comprend une nervure.

Règle: La **distance d'isolement** est le chemin direct le plus court au-dessus du sommet de la nervure. Le cheminement de la ligne de fuite longe le profil de la nervure.

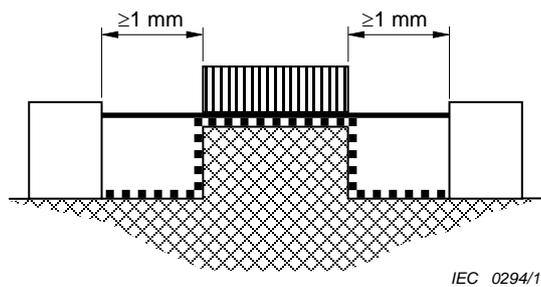
Cas 4



Condition: Le cheminement considéré comprend un joint non collé avec des encoches inférieures à 1 mm de largeur de chaque côté (0,25 mm lorsqu'il existe une protection contre la pollution).

Règle: La **ligne de fuite** et la **distance d'isolement** sont la distance "en ligne droite" représentée.

Cas 5



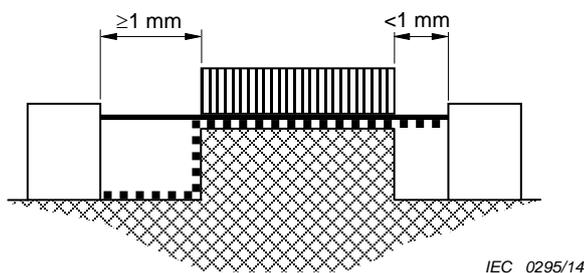
Condition: Le cheminement considéré comprend un joint non collé avec des encoches supérieures ou égales à 1 mm de largeur de chaque côté.

Règle: La **distance d'isolement** est la distance "en ligne droite". Le cheminement de la ligne de fuite longe le profil des rainures.

Cas 6

————— Distance d'isolement ■■■■■ Ligne de fuite

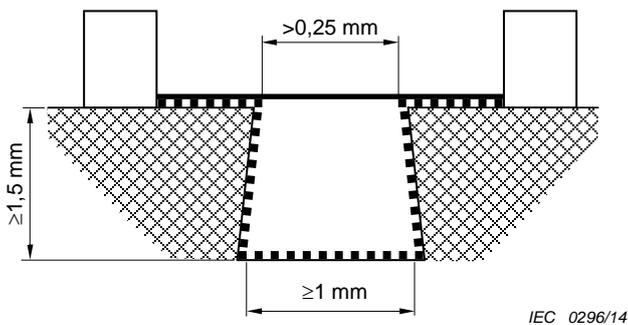
Figure A.2 – Distance pour nervure et joint non collé avec encoche



Condition: Le cheminement considéré comprend un joint non collé avec, d'un côté, une encoche de largeur inférieure à 1 mm et, de l'autre côté, une encoche de largeur supérieure ou égale à 1 mm.

Règle: La **distance d'isolement** et la ligne de fuite sont tels qu'indiquées.

Cas 7



Condition: Le cheminement considéré comprend une encoche à flancs divergents de profondeur supérieure ou égale à 1,5 mm et de largeur supérieure à 0,25 mm au niveau de la partie la plus étroite et supérieure ou égale à 1 mm au niveau de la base.

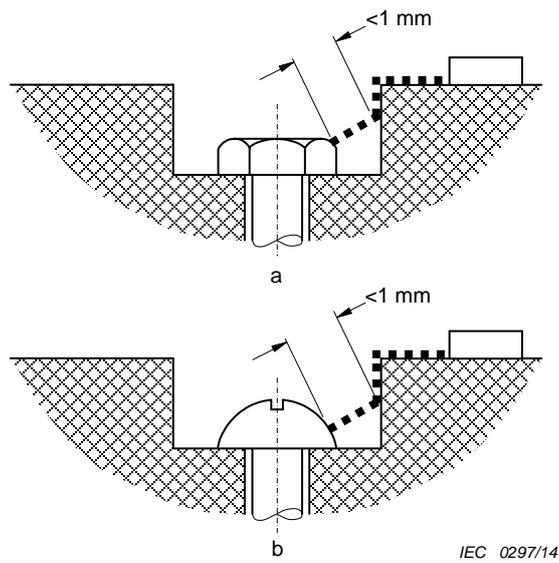
Règle: La **distance d'isolement** est la distance "en ligne droite". Le cheminement de la ligne de fuite longe le profil de la rainure.

Le cas n° 3 s'applique également aux coins internes s'ils sont inférieurs à 80°.

Cas 8

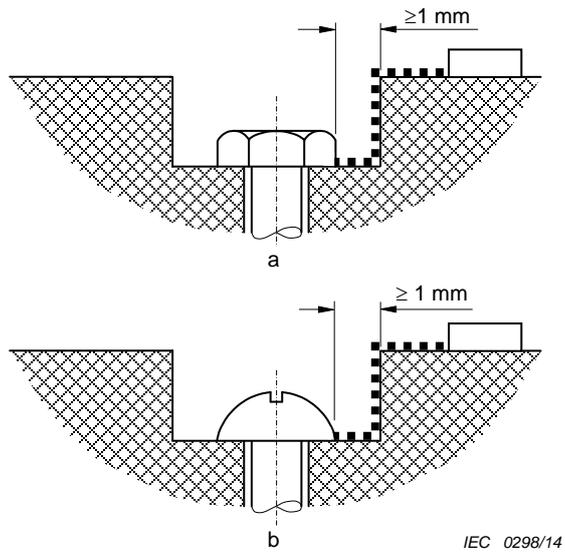


Figure A.3 – Distance pour joint non collé et encoche à flancs divergents



L'espace entre la tête de la vis et la paroi de l'évidement est trop faible pour être pris en compte.

Cas 9



L'espace entre la tête de la vis et la paroi de l'évidement est assez large pour être pris en compte.

Cas 10

————— Distance d'isolement ■■■■■ Ligne de fuite

Figure A.4 – Distance entre paroi et vis

Annexe B (normative)

Moteurs non isolés du réseau et possédant une isolation principale non conçue pour la tension assignée de l'outil

B.1 Domaine d'application

B.1.1 La présente annexe est applicable aux moteurs dont la **tension de service** n'excède pas une valeur crête de 42,4 V, qui ne sont pas isolés du réseau et dont l'**isolation principale** n'est pas conçue pour la **tension assignée** de l'outil.

Tous les articles de la présente Norme sont applicables à ces moteurs, sauf spécification contraire dans la présente annexe.

B.9 Protection contre l'accès aux parties actives

B.9.2

Les parties métalliques du moteur sont considérées comme étant des **parties actives** nues.

B.12 Échauffements

B.12.4 *L'échauffement de la carcasse du moteur est déterminé au lieu de l'échauffement des enroulements.*

B.12.5 *L'échauffement de la carcasse du moteur, lorsqu'elle est en contact avec une matière isolante, ne doit pas dépasser les valeurs indiquées au Tableau 1 pour cette matière isolante.*

B.18 Fonctionnement anormal

B.18.1 L'essai de 18.3 n'est pas effectué.

Les outils sont également soumis à l'essai de B.18.201.

B.18.201 *L'outil est mis en fonctionnement sous la **tension assignée** avec chacune des conditions de défaut suivantes (voir la Figure B.1):*

- *court-circuit des bornes du moteur, y compris tout condensateur incorporé dans le circuit du moteur;*
- *ouverture de l'alimentation au moteur;*
- *ouverture de toute résistance shunt pendant le fonctionnement du moteur.*

Une seule condition de défaut est simulée à la fois, les essais étant effectués consécutivement.

B.21 Construction

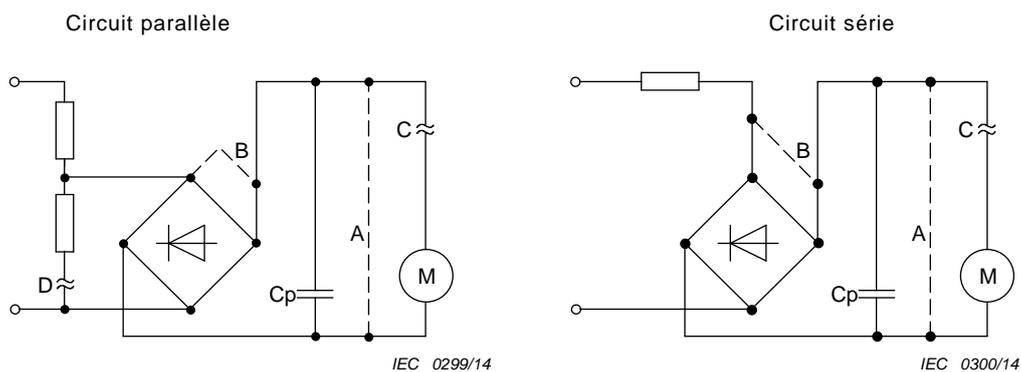
B.21.201 Pour les **outils de la classe I** comportant un moteur alimenté par un circuit redresseur, le circuit à courant continu doit être isolé des **parties accessibles** de l'outil par une **double isolation** ou une **isolation renforcée**.

La conformité est vérifiée par les essais spécifiés pour la **double isolation** et l'**isolation renforcée**.

B.28 Lignes de fuite, distances d'isolement et distances à travers l'isolation

B.28.1

Les valeurs spécifiées au Tableau 12 ne sont pas applicables aux distances entre les **parties actives** du moteur et ses autres parties métalliques.



Légende

- connexion d'origine
- - - court-circuit
- ≈ circuit ouvert
- A court-circuit des bornes du moteur
- B court-circuit des bornes du redresseur
- C ouverture de l'alimentation au moteur
- D ouverture d'une résistance shunt

Figure B.1 – Simulation de conditions de défaut

Annexe C (normative)

Courant de fuite

C.1 Généralités

Pour les outils fonctionnant sur batterie selon l'Annexe L, la présente annexe ne s'applique que lorsque l'outil est dans la configuration où il est directement connecté au secteur ou à une source non isolée.

Le courant de fuite, si c'est exigé par les autres articles, doit être mesuré par l'essai suivant sous une des conditions de C.2 ou de C.3, l'interrupteur S de l'outil étant en position fermée dans les deux cas.

L'essai de courant de fuite est réalisé en courant alternatif sauf si l'outil est uniquement conçu pour une alimentation en courant continu, auquel cas cet essai n'est pas réalisé.

L'impédance de protection est déconnectée des parties actives avant d'effectuer les essais.

Il est recommandé d'alimenter l'outil par l'intermédiaire d'un transformateur d'isolement; sinon, il doit être isolé de la terre.

Le courant de fuite (courant de contact pondéré) est mesuré au moyen du circuit de la Figure C.3 entre un pôle quelconque de l'alimentation et les parties métalliques accessibles et la feuille métallique appliquée sur les surfaces accessibles en matière isolante reliées entre elles.

NOTE Le courant de contact pondéré est équivalent aux MIU (Measurement Indication Units – unités d'indication de mesure).

Le circuit de mesure de la Figure C.3 doit satisfaire aux spécifications de précision de G.3 de la CEI 60990:1999.

Si le courant de fuite dépasse la limite spécifiée à cause des effets de la capacité, alors une feuille métallique d'une surface inférieure à 20 cm × 10 cm doit être utilisée. Si sa surface est plus petite que la surface soumise à l'essai, la feuille est déplacée de façon à soumettre à l'essai toutes les parties de la surface. La dissipation de la chaleur de l'outil ne doit toutefois pas être affectée par la feuille métallique dans des zones telles que les orifices de ventilation.

Le courant de fuite des parties métalliques accessibles et de la feuille métallique ne doit pas dépasser les valeurs suivantes, sauf spécification contraire dans l'article applicable de la présente Norme:

- pour les **outils de la classe I** 0,75 mA;
- pour les **outils de la classe II** 0,25 mA.

C.2 Mesurage d'un outil au repos

*L'outil ne fonctionne pas et l'essai est effectué sous la **tension assignée** sauf spécification contraire dans l'article applicable de la présente Norme, sous les conditions définies en C.1 et comme suit:*

Pour les outils monophasés et triphasés, qui sont, conformément aux instructions d'installation, adaptés à l'alimentation monophasée:

S1 de la Figure C.1 est en position ouverte, pour les outils triphasés, les trois sections étant connectées en parallèle. Le sélecteur indiqué à la Figure C.1 peut être dans la position 1 ou la position 2.

Pour les outils triphasés qui ne sont pas adaptés à l'alimentation monophasée:

a à la Figure C.2 en position fermée, b et c en position ouverte.

C.3 Mesurage d'un outil en utilisation

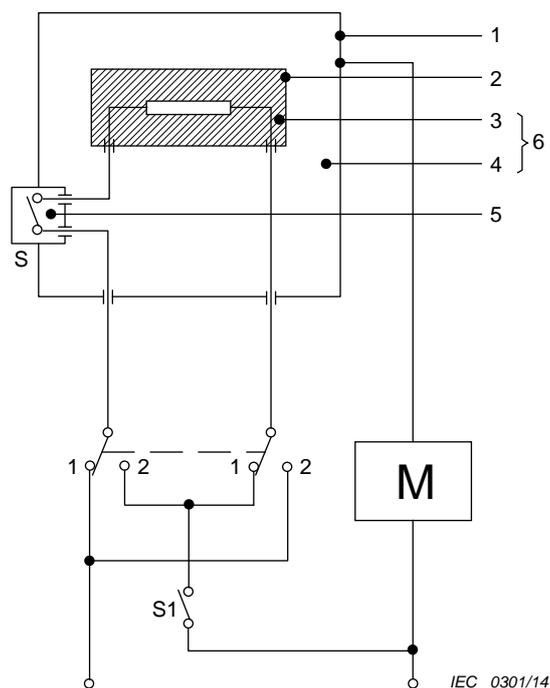
*L'outil fonctionne et l'essai est effectué sous la **tension assignée** sauf spécification contraire dans l'article applicable de la présente Norme, sous les conditions définies en C.1 et il est mesuré en l'espace de 10 s de la façon suivante:*

Pour les outils monophasés et triphasés, qui sont, conformément aux instructions d'installation, adaptés à l'alimentation monophasée:

S1 de la Figure C.1 en position fermée et le sélecteur indiqué à la Figure C.1 dans la position 1 et la position 2 pour les outils triphasés avec les trois sections connectées en parallèle.

Pour les outils triphasés qui ne sont pas adaptés à l'alimentation monophasée:

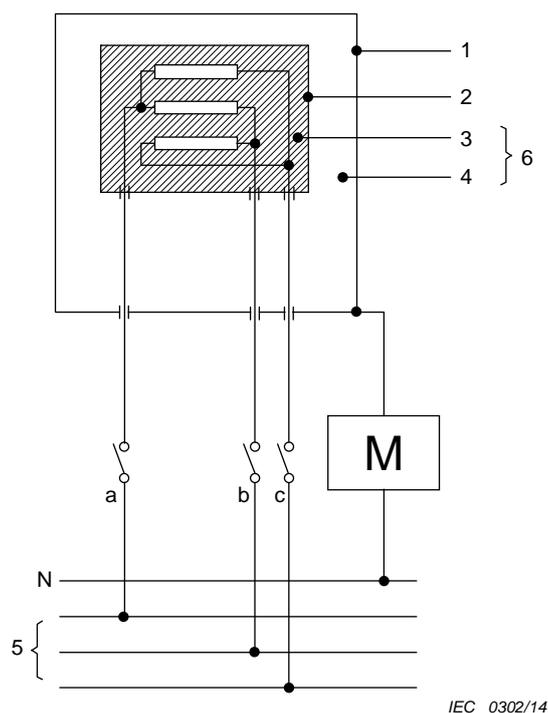
a, b et c à la Figure C.2 en position fermée, répétés avec chacun des interrupteurs a, b et c ouverts successivement, les deux autres interrupteurs étant fermés.



Légende

- M circuit de la Figure C.3 pour l'appareil de mesure du courant de fuite
- S **interrupteur de puissance** du produit soumis à l'essai
- 1 **partie accessible**
- 2 partie métallique inaccessible
- 3 **isolation principale**
- 4 **isolation supplémentaire**
- 5 **isolation renforcée**
- 6 **double isolation**

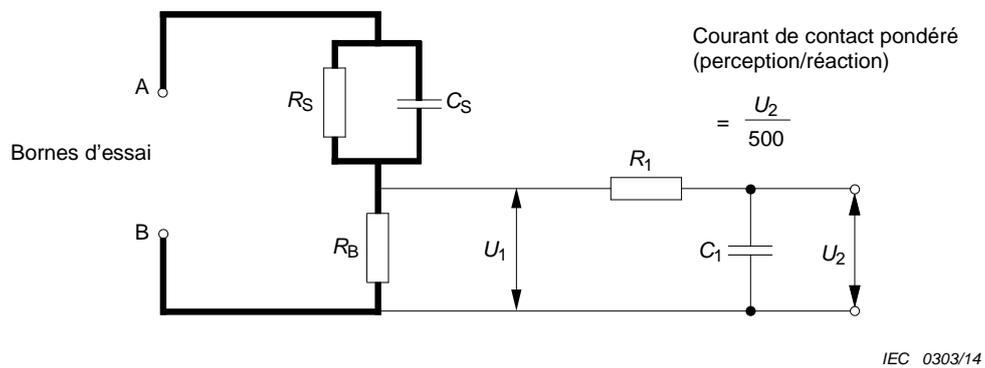
Figure C.1 – Schéma pour la mesure du courant de fuite pour connexion monophasée et triphasée des outils adaptés à l'alimentation monophasée



Légende

- M circuit de la Figure C.3 pour l'appareil de mesure du courant de fuite
- 1 **partie accessible**
- 2 partie métallique inaccessible
- 3 **isolation principale**
- 4 **isolation supplémentaire**
- 5 alimentation triphasée
- 6 **double isolation**

Figure C.2 – Schéma pour la mesure du courant de fuite pour les connexions triphasées



R_S	1 500 Ω	R_1	10 000 Ω
R_B	500 Ω	C_1	0,022 μF
C_S	0,22 μF		

Figure C.3 – Circuit de l'appareil de mesure du courant de fuite

Annexe D (normative)

Rigidité diélectrique

D.1 Généralités

L'impédance de protection est déconnectée des parties actives avant d'effectuer les essais.

Les essais sont effectués sur les outils non reliés à l'alimentation.

La rigidité diélectrique est vérifiée par les essais de D.2.

Pour la construction de classe II comportant à la fois une isolation renforcée et une double isolation, on prend soin que la tension appliquée à l'isolation renforcée ne produise pas de contraintes trop élevées sur l'isolation principale ou sur l'isolation supplémentaire.

L'isolation principale et l'isolation supplémentaire peuvent être soumises à l'essai séparément ou en combinaison. Lorsque la tension d'essai est soumise à l'essai en combinaison, elle doit être telle que spécifiée pour l'isolation renforcée. Si l'isolation supplémentaire ou principale est soumise à des contraintes trop élevées pendant l'essai en combinaison, chaque isolation est soumise à l'essai séparément. L'isolation des composants qui ne peuvent être soumis à l'essai en combinaison doit être soumise à l'essai séparément.

Pour les outils à éléments chauffants incorporés, les tensions d'essai spécifiées dans la CEI 60335-1:2010 s'appliquent aux éléments chauffants uniquement et pas aux autres parties de l'outil.

Pour les moteurs conformes à l'Annexe B, l'isolation entre les parties actives du moteur et ses autres parties métalliques n'est pas soumise à cet essai.

Pour les outils conformes à l'Annexe L, cet essai ne s'applique que lorsque l'outil est dans la configuration où il est directement connecté au secteur ou à une source non isolée. On doit veiller à ce que la défaillance prématurée des dispositifs électroniques n'empêche pas l'application de la tension d'essai à travers l'isolation. Si c'est le cas, les dispositifs électroniques peuvent être shuntés pour permettre la réalisation de l'essai.

D.2 Essai de rigidité diélectrique

L'isolation est soumise pendant 1 min à une tension de forme d'onde en grande partie sinusoïdale, ayant une fréquence de 50 Hz ou 60 Hz. Les valeurs de la tension d'essai selon le type d'isolation sont indiquées dans le Tableau D.1.

Les parties accessibles du matériau isolé sont recouvertes d'une feuille métallique.

Tableau D.1 – Tensions d'essai

Isolation	Tension d'essai V
Isolation principale	1 250
Isolation supplémentaire	2 500
Isolation renforcée	3 750

Pour faire la distinction entre le courant de réactance du condensateur et une performance inacceptable, un potentiel à courant continu de 1,414 fois les valeurs spécifiées pour le courant alternatif peut être utilisé.

Au départ, une valeur inférieure ou égale à la moitié de la tension spécifiée est appliquée, puis la tension est progressivement portée à la valeur pleine sur une période inférieure ou égale à 5 s.

Au cours de l'essai, il ne doit se produire aucun contournement ni claquage.

La source à haute tension doit pouvoir maintenir la tension spécifiée jusqu'à un courant d'au moins 25 mA. Le courant de déclenchement permettant de détecter un claquage doit être inférieur à 20 mA.

On veille à ce que la valeur efficace de la tension d'essai appliquée soit mesurée à ± 3 %.

On veille à appliquer la feuille métallique de façon qu'il ne se produise aucun contournement sur ses bords ou sur les bords de l'isolation.

Lors de l'essai des revêtements isolants, la feuille métallique peut être appuyée contre l'isolation au moyen d'un sac de sable tel que la pression soit d'environ 5 kPa (0,5 N/cm²). L'essai peut être limité aux endroits où l'isolation est présumée faible, par exemple aux endroits où des arêtes vives métalliques se trouvent sous l'isolation.

Annexe E (informative)

Méthodes d'application de l'ISO 13849-1 aux outils électriques

NOTE En Europe (EN 62841-1), l'Annexe E ne s'applique pas.

E.1 Généralités

L'ISO 13849-1 fournit une méthode simplifiée pour établir la fiabilité associée à une fonction de commande critique pour la sécurité, compte tenu du risque de blessure associé à la défaillance de la fonction. À la fonction de commande est attribué un niveau de performance (PL) qui peut ensuite être obtenu avec un système de commande qui satisfait à la fois aux exigences structurelles et aux taux de défaillance minimaux calculés en **MTTF_d (durée moyenne de fonctionnement avant défaillance)**.

E.2 Appréciation du risque

La méthode d'appréciation du risque utilisée dans l'ISO 13849-1 suit la même approche générale que dans l'ISO 12100: on tient compte en premier lieu de la sévérité du dommage causé par les dangers et de la fréquence de ces dangers. Le risque associé à ce danger est ensuite significativement réduit par la prise en compte de la probabilité, P, afin d'éviter le danger. Dans l'ISO 12100, cette analyse est effectuée à l'aide du danger d'origine non atténué, et est suivie de toutes les techniques d'atténuation du risque, utilisées pour déterminer le risque résiduel résultant représenté par l'outil, pour ce qui est du danger (et de la phase d'utilisation) à l'étude.

Lors de l'appréciation d'une **fonction critique pour la sécurité (SCF)**, ce processus n'est pas aussi clair: dans ce cas, la **fonction critique pour la sécurité** peut n'être qu'un des nombreux éléments de la conception de l'outil destinés à réduire le risque associé à un danger. L'objectif est alors de déterminer le changement du risque résiduel associé à la défaillance de la **SCF** et de déterminer quel est le risque résiduel restant et s'il est acceptable. Cette méthode, tirée de l'ISO 12100, n'est pas adaptée pour une utilisation dans ce cadre et il faut prendre en compte des considérations supplémentaires pour obtenir des résultats significatifs. Une des raisons est qu'on utilise un arbre binaire pour générer un nombre distinct de PL et cela empêche parfois de distinguer de petites différences de risque. Cela facilite l'utilisation de cette méthode mais pose quelques problèmes pour l'analyse.

E.3 Analyse du risque résiduel

Face aux dangers associés aux outils électriques de façon générale, la CEI 62841 utilise différentes techniques d'atténuation du risque, intégrées aux exigences de la présente Norme, afin de réduire le risque à un niveau acceptable. Ces techniques sont souvent destinées à être utilisées ensemble, comme un système, afin de réduire le risque comme exigé. Une commande électronique assurant une **SCF** représente souvent une seule partie de ce système et si elle rencontre une défaillance, cela ne laisse donc pas l'outil dépourvu d'autres éléments d'atténuation du risque. Pour évaluer l'effet de la perte d'une fonction de commande électronique, on prend en compte deux choses:

Tout d'abord, il faut que la fonction de commande satisfasse à un élément de sécurité exigé de la présente Norme. On considère qu'un outil conforme à la présente Norme présente un niveau acceptable de risque résiduel. Les commandes dont la défaillance n'augmente pas le risque de l'outil au-delà de ce niveau déjà accepté ne sont pas considérées comme des **SCF** dans la présente Norme.

De plus, il faut que la défaillance de la **SCF** ait un impact significatif sur le risque résiduel. Pour déterminer cela, les niveaux de performance peuvent être évalués avec ou sans la **SCF**, mais avec tous les autres éléments d'atténuation du risque. Il est possible que le PL soit le même, avec ou sans la **SCF**.

S'il est observé que la **SCF** assure une fonction de sécurité exigée, mais que le PL est le même avec ou sans la SCF, alors un niveau minimal de PL = a est utilisé.

Si la méthode ci-dessus obtient des résultats significatifs dans les conditions de **fonctionnement normal**, il y a cependant des **SCF** qui sont utilisées pour protéger l'utilisateur dans les conditions d'utilisation impropre raisonnablement prévisible ou dans d'autres cas où le risque apparaît uniquement si un ensemble spécifique de conditions préalables peu vraisemblables sont réunies. Par exemple, il existe des systèmes représentant une protection contre le redémarrage après une interruption de l'alimentation, car le redémarrage exige que l'outil soit bloqué en position "marche", branché, que l'alimentation soit interrompue puis rétablie alors que l'utilisateur est à proximité.

Dans de tels cas, il convient que la faible probabilité de l'évènement soit au premier plan de l'analyse. La méthode utilisée dans l'ISO 13849-1 donne cependant la priorité à la sévérité du danger (S, F, P) de sorte que, dans les cas très sévères, il ne soit pas possible d'attribuer un niveau de sévérité inférieur à PL = c, car la fréquence (F) est analysée en deuxième. Le TC 116 en a conclu que dans de tels cas, il convient d'inverser l'ordre de l'analyse (F, S, P), ce qui permet à la fréquence de l'exposition d'avoir une plus grande influence sur le résultat.

Les niveaux de performance ont été attribués dans la présente Norme en fonction des cas communs pris en compte par le TC 116. Il est admis qu'il puisse y avoir à l'avenir des **SCF** qui n'ont pas été envisagées dans la présente Norme, et l'ISO 13849-1 et la présente Annexe peuvent être utilisées comme lignes directrices pour choisir le niveau de performance approprié.

E.4 Niveaux de performance

L'ISO 13849-1 fournit des méthodes permettant d'obtenir les différents niveaux de performance. Ces solutions exigent généralement certaines structures, telles qu'un double canal, un canal unique et un canal unique avec diagnostic. Les canaux unique et double font référence à la redondance fonctionnelle de la commande. La structure de 18.8 et de 18.6 de la norme évalue les conceptions des canaux doubles avant même de prendre en compte les niveaux de performance d'autres structures, c'est pourquoi l'ISO 13849-1 est surtout centrée sur les conceptions des canaux uniques. Bien que l'ISO 13849-1 autorise le contrôle des diagnostics des systèmes à canal unique à faible fiabilité comme alternative aux systèmes à canal unique non contrôlés à haute fiabilité, le problème est qu'il est peu probable que ces diagnostics soient pris en compte par un opérateur d'outil électrique dans les conditions d'utilisation. Ainsi, la Norme interdit généralement ces solutions comme alternative aux conceptions à haute fiabilité.

Les conceptions à canal unique produites grâce à cette méthode exigent donc une $MTTF_d$ de plus en plus élevée, le PL augmentant avec l'augmentation du risque.

Il peut y avoir un cas où un diagnostic reflétant l'indisponibilité d'une **SCF** est présent et reconnaissable bien avant que l'opérateur ne soit exposé au risque augmenté. Dans ce cas, il peut être approprié de prendre en compte une structure qui fournit un diagnostic comme moyen d'atteindre le niveau de performance exigé.

Annexe F (informative)

Règles pour les essais individuels de série

F.1 Généralités

Les essais spécifiés dans la présente annexe sont destinés à révéler, en ce qui concerne la sécurité, des variations inacceptables de matériaux ou de fabrication. Ces essais de production n'affectent pas les propriétés et la fiabilité de l'outil, et il convient qu'ils soient effectués par le fabricant sur chaque outil.

En général, davantage d'essais, comme la répétition d'essais de type et d'essais d'échantillonnage, sont à réaliser par le fabricant afin d'assurer que chaque outil est conforme aux échantillons qui ont satisfait aux essais de cette spécification, sur la base de l'expérience acquise par le fabricant.

Le fabricant peut utiliser une procédure d'essai qui est mieux adaptée à ses conditions de production et peut réaliser les essais à un stade approprié de la production, à condition qu'il puisse être démontré que les outils qui satisfont aux essais effectués par le fabricant fournissent au moins le même degré de sécurité que les outils satisfaisant aux essais spécifiés dans la présente annexe.

F.2 Essai de fonctionnement correct

Le fonctionnement en toute sécurité doit être vérifié, par exemple, par des mesures électriques, en vérifiant les dispositifs fonctionnels, tels que les interrupteurs et les commandes manuelles, et en vérifiant le sens de rotation des moteurs.

F.3 Essai de rigidité diélectrique

L'isolation des outils doit être vérifiée par l'essai suivant.

*Une tension de forme d'onde en grande partie sinusoïdale, ayant une fréquence de 50 Hz ou 60 Hz et égale au moins à la valeur présentée au Tableau F.1, est immédiatement appliquée, pendant 3 s ou 1 s avec une tension augmentée de 20 %, entre les **parties actives** et:*

- a) *les parties métalliques accessibles qui peuvent devenir actives en cas de défaut d'isolement ou à la suite d'un assemblage incorrect;*
- b) *les parties métalliques inaccessibles.*

Les essais du point a) sont réalisés sur l'outil assemblé; l'essai du point b) est réalisé sur l'outil, soit assemblé complètement, soit dans la ligne de production.

*Les essais du point a) sont effectués sur tous les outils, les essais du point b) n'étant effectués que sur les **outils de classe II**.*

La source à haute tension doit pouvoir maintenir la tension spécifiée jusqu'à un courant d'au moins 10 mA.

Le relais à maximum de courant doit déclencher lorsque le courant de sortie est supérieur à 5 mA.

On doit veiller à ce que la valeur efficace de la tension d'essai appliquée soit mesurée à $\pm 3\%$ et que le dispositif de mesure de la tension ou un autre indicateur réponde à la tension de sortie de la source à haute tension.

L'attention est attirée sur le fait que l'essai décrit ne peut pas toujours être appliqué si l'outil comprend des composantes à courant continu; dans de tels cas, les essais avec un courant continu peuvent être nécessaires.

Au cours des essais, il ne doit se produire ni contournement ni courant de claquage supérieur à 5 mA.

Tableau F.1 – Tensions d'essai pour essai de rigidité diélectrique

Application de la tension d'essai	Tension d'essai minimale V	
	Outils de la classe II	Outils de la classe I
Sur l' isolation principale	1 000	1 000
Sur la double isolation ou sur l' isolation renforcée	2 500	–

F.4 Essai de continuité à la terre

Pour les **outils de classe I**, on fait passer, de la borne de terre ou du contact de terre, successivement à chacune des parties métalliques accessibles ayant besoin d'être mise à la terre pour des raisons de sécurité, un courant d'au moins 10 A fourni par une source de courant alternatif dont la tension à vide ne dépasse pas 12 V.

La chute de tension entre le contact de terre de la fiche ou l'extrémité externe d'un conducteur de continuité à la terre ou du socle de connecteur et la partie métallique accessible est mesurée, et la résistance est calculée à partir du courant et de cette chute de tension.

En aucun cas la résistance ne doit dépasser 0,3 Ω . Cette valeur est applicable à des longueurs de **câble d'alimentation** jusqu'à 5 m. Dans le cas de **câbles d'alimentation** dont la longueur dépasse 5 m, elle est augmentée de 0,12 Ω pour toute longueur supplémentaire de 5 m.

On doit s'assurer que la résistance de contact entre l'extrémité de la sonde de mesure et les parties métalliques en essai n'influence pas les résultats de l'essai.

Annexe G

Vide

Annexe H (normative)

Détermination d'un circuit à basse puissance

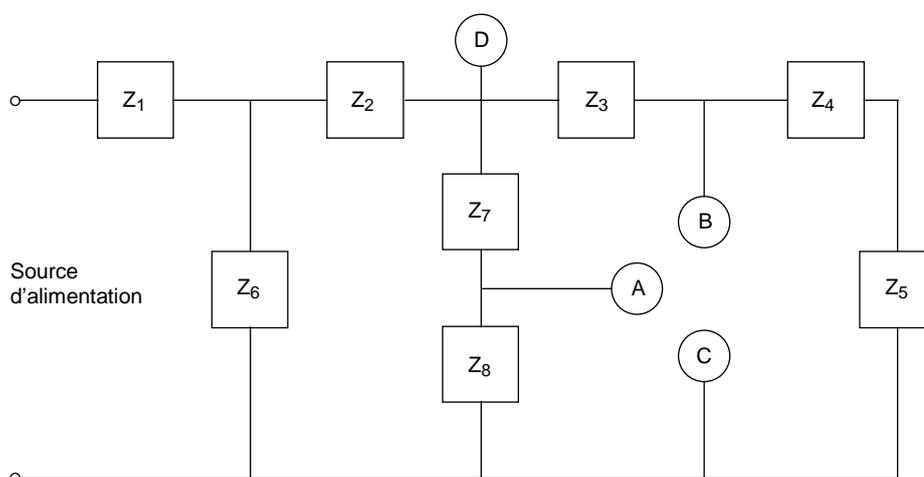
Si un circuit est considéré comme un circuit à basse puissance, la détermination est la suivante:

L'outil est alimenté à la **tension assignée**. Une résistance variable, réglée à sa valeur maximale, est raccordée entre le point à étudier et le pôle opposé de la source d'alimentation. La résistance est alors diminuée jusqu'à ce que la puissance consommée par la résistance atteigne un maximum. Tous les points les plus proches de la source d'alimentation, où la puissance maximale fournie à cette résistance ne dépasse pas 15 W après 5 s, sont appelés points à basse puissance. La partie du circuit à partir de ce point et en s'éloignant de la source d'alimentation est considérée comme étant un circuit à basse puissance.

Les mesures sont effectuées à partir d'un seul pôle de la source d'alimentation, de préférence celui qui donne le plus petit nombre de points à basse puissance.

L'analyse de circuit peut être utilisée pour remplacer les essais permettant de déterminer la puissance dissipée la plus élevée des circuits.

La Figure H.1 montre un exemple de circuit à basse puissance.



IEC 0304/14

Lors de la détermination des points à basse puissance, il est recommandé de commencer par les points les plus proches de la source d'alimentation.

A et B sont les points les plus proches de la source d'alimentation où la puissance maximale fournie à la charge extérieure ne dépasse pas 15 W. Ce sont des points à basse puissance.

D est le point le plus éloigné de la source d'alimentation où la puissance maximale fournie à la charge extérieure dépasse 15 W.

Les points A et B sont court-circuités séparément à C.

Figure H.1 – Exemple de circuit électronique avec des points à basse puissance

Annexe I (informative)

Mesure des émissions acoustique et de vibration

NOTE En Europe (EN 62841-1), l'Annexe I est normative.

I.1 Domaine d'application

Les exigences de la présente Annexe s'appliquent, si la déclaration d'émission sonore et de vibration est exigée par les lois nationales ou si le fabricant souhaite la faire.

I.2 Code d'essai acoustique (classe 2)

NOTE En Europe (EN 62841-1), les exigences supplémentaires suivantes s'appliquent:

Réduction du bruit

La réduction du bruit des outils fait partie intégrante du processus de conception et doit être obtenue en appliquant des mesures à la source pour contrôler le bruit, voir par exemple l'EN ISO 11688-1. Le succès des mesures appliquées pour la réduction du bruit est évalué sur la base des valeurs réelles d'émission sonore par rapport aux autres machines du même type avec des données techniques non acoustiques et comparables.

Les sources principales de bruit dans les outils sont: le moteur, le ventilateur, les engrenages.

I.2.1 Généralités

Les valeurs d'émission sonore telles que le niveau de pression acoustique d'émission L_{pA} et le niveau de puissance acoustique L_{WA} doivent être mesurées selon la procédure d'essai décrite de I.2.2 à I.2.6.

L'émission sonore peut être déterminée à l'aide des mesures d'une machine dont la conception et les spécifications techniques sont identiques à celles du moteur en question.

On peut distinguer deux types de bruit dans le bruit total: le bruit venant uniquement de la machine et le bruit généré par la pièce à usiner. Les deux sont influencés par la méthode de fonctionnement; mais pour les outils percussifs, l'émission sonore de la pièce à usiner peut être la plus importante. Les conditions de charge pour les outils particuliers sont donc spécifiées dans la partie applicable de la CEI 62841-2, de la CEI 62841-3 ou de la CEI 62841-4.

NOTE Les valeurs d'émission sonore obtenues dans ces conditions de mesure ne sont pas nécessairement représentatives du bruit produit dans toutes les conditions de fonctionnement possibles d'utilisation pratique.

I.2.2 Détermination du niveau de puissance acoustique

I.2.2.1 Généralités

Le niveau de puissance acoustique doit être mesuré conformément à l'ISO 3744, qui spécifie l'environnement acoustique, l'instrumentation, les grandeurs à mesurer, les grandeurs à déterminer et la procédure de mesure.

Le niveau de puissance acoustique doit être indiqué comme niveau de puissance acoustique pondérée A en dB pour 1 pW. Les niveaux de pression acoustique pondérée A, à partir desquels la puissance acoustique est à déterminer, doivent être mesurés directement et non calculés à partir des données de la bande de fréquence. Les mesures doivent être effectuées dans des conditions approchant celles du champ libre sur plan réfléchissant.

I.2.2.2 Outils électriques portatifs

Pour tous les **outils portatifs**, le niveau de puissance acoustique doit être déterminé à l'aide d'une surface de mesure cylindrique / hémisphérique selon la Figure I.2.

La surface de mesure hémisphérique / cylindrique est composée d'un hémisphère posé sur un support cylindrique (voir la Figure I.2). Les cinq microphones doivent être situés à 1 m du centre géométrique de l'outil électrique. Quatre microphones doivent être espacés à intervalles réguliers sur un plan passant par le centre géométrique de l'outil électrique et parallèle au plan réfléchissant; le cinquième microphone doit être situé à une distance de 1 m au-dessus du centre géométrique de l'outil électrique.

Le niveau de puissance acoustique pondérée A, L_{WA} , doit être calculé conformément à l'ISO 3744 comme suit:

$$L_{WA} = \overline{L_{pA,1m}} + 10 \lg \left(\frac{S}{S_0} \right), \text{ en dB} \quad (I.1)$$

avec $\overline{L_{pA,1m}}$ déterminé à partir de

$$\overline{L_{pA,1m}} = 10 \lg \left[\frac{1}{5} \sum_{i=1}^5 10^{0,1L'_{pA,i}} \right] - K_{1A} - K_{2A}$$

où

- $\overline{L_{pA,1m}}$ est le niveau de pression acoustique pondérée A dans le temps de la surface à une distance de 1 m, conformément à l'ISO 3744;
- $L'_{pA,i}$ est le niveau de pression acoustique pondérée A mesuré à la $i^{\text{ème}}$ position de microphone en dB;
- K_{1A} est la correction du bruit de fond, pondérée A;
- K_{2A} est la correction environnementale, pondérée A;
- S est la surface de mesure de la Figure I.2, en m^2 ;
- $S_0 = 1 m^2$.

Pour la surface de mesure cylindrique / hémisphérique montrée à la Figure I.2, la surface S de mesure est calculée comme suit:

$$S = 2\pi(R^2 + Rd), \text{ en } m^2.$$

Où $d = 1 m$ est la hauteur de la distance du centre géométrique de l'outil électrique au-dessus du plan réfléchissant et $R = 1 m$ est le rayon de l'hémisphère et du cylindre comprenant la surface de mesure.

Par conséquent,

$$S = 4\pi m^2,$$

donc à partir de l'équation (I.1)

$$L_{WA} = \overline{L_{pA,1m}} + 11, \text{ en dB.}$$

I.2.2.3 Outils électriques portables

Pour tous les **outils portables**, le niveau de puissance acoustique doit être déterminé à l'aide d'une surface de mesure cubique selon la Figure I.3.

Cinq microphones doivent être situés au centre de chaque surface latérale et de la surface supérieure de la surface de mesure cubique qui entoure la source.

Le niveau de puissance acoustique pondérée A, L_{WA} , doit être calculé conformément à l'ISO 3744 comme suit:

$$L_{WA} = \overline{L_{pA,1m}} + 10 \lg \left(\frac{S}{S_0} \right), \text{ en dB} \quad (I.2)$$

avec $\overline{L_{pA,1m}}$ déterminé à partir de

$$\overline{L_{pA,1m}} = 10 \lg \left[\frac{1}{5} \sum_{i=1}^5 10^{0,1L'_{pA,i}} \right] - K_{1A} - K_{2A}$$

où

- $\overline{L_{pA,1m}}$ est le niveau de pression acoustique pondérée A dans le temps de la surface à une distance de 1 m, conformément à l'ISO 3744;
- $L'_{pA,i}$ est le niveau de pression acoustique pondérée A mesuré à la $i^{\text{ème}}$ position de microphone en dB;
- K_{1A} est la correction du bruit de fond, pondérée A;
- K_{2A} est la correction environnementale, pondérée A;
- S est la surface de mesure de la Figure I.3, en m^2 ;
- $S_0 = 1 \text{ m}^2$.

Pour la surface de mesure montrée à la Figure I.3, la surface S est calculée comme suit:

$$S = 5 \times (2\text{m} \times 2\text{m}) = 20 \text{ m}^2.$$

Par conséquent, à partir de l'équation (I.2)

$$L_{WA} = \overline{L_{pA,1m}} + 13, \text{ en dB.}$$

I.2.2.4 Machines pour jardins et pelouses

Le niveau de puissance acoustique des **machines pour jardins et pelouses** doit être déterminé comme spécifié dans la partie applicable de la CEI 62841-4.

I.2.3 Détermination du niveau de pression acoustique d'émission

I.2.3.1 Outils portatifs

Le niveau de pression acoustique pondérée A d'émission au poste de travail, L_{pA} , doit être déterminé conformément à l'ISO 11203 comme suit:

$$L_{pA} = L_{WA} - Q, \text{ en dB}$$

où $Q = 11$, en dB.

NOTE 1 Au cours d'analyses expérimentales, cette valeur de Q a été déterminée comme applicable aux **outils électriques portatifs**. La valeur résultante du niveau de pression acoustique pondérée A d'émission au poste de travail est équivalente à la valeur du niveau de pression acoustique de la surface à une distance de 1 m de l'outil électrique. La distance a été choisie pour que les résultats puissent être reproduits et pour permettre la comparaison des performances acoustiques des différents **outils électriques portatifs** qui n'ont généralement pas de poste de travail défini de manière unique. Dans les conditions de champ libre, dans lesquelles il peut être exigé d'estimer le niveau de pression acoustique d'émission $L_{pA,r1}$, à une distance r_1 en m du centre géométrique de l'outil électrique, la formule suivante peut permettre d'atteindre cet objectif:

$$L_{pA,r1} = L_{pA} + 20 \lg\left(\frac{1}{r_1}\right), \text{ en dB}$$

NOTE 2 Dans toute position donnée par rapport à une machine particulière, et dans des conditions données de montage et de fonctionnement, les niveaux de pression acoustique d'émission déterminés grâce à la méthode de la présente Norme sont généralement inférieurs aux niveaux de pression acoustique directement mesurés pour la même machine aux postes de travail où elle est habituellement utilisée. Cela s'explique par l'influence des surfaces réfléchissant le son dans les postes de travail, par comparaison aux conditions de champ libre pour l'essai spécifié ici. L'ISO/TR 11690-3 indique une méthode permettant de calculer les niveaux de pression acoustique à proximité d'une machine fonctionnant seule dans un poste de travail. Les différences observées vont généralement de 1 dB à 5 dB, mais dans les cas les plus extrêmes, la différence peut être encore plus grande.

Si c'est exigé, le niveau de pression acoustique pondérée C d'émission de crête L_{pCpeak} doit être mesuré à chacune des cinq positions de mesure spécifiées en I.2.2. Le niveau de pression acoustique pondérée C d'émission de crête au poste de travail est le niveau le plus élevé de pression acoustique pondérée C de crête mesuré par l'un des cinq microphones; aucune correction n'est autorisée.

I.2.3.2 Outils portables

Le niveau de pression acoustique pondérée A d'émission au poste de travail, L_{pA} , doit être déterminé conformément à l'ISO 11201, classe 2. Il doit être déterminé dans les mêmes conditions de fonctionnement que le niveau de puissance acoustique.

Pour les outils mesurés sous charge et utilisés par un opérateur, le microphone doit être situé à $(0,2 \pm 0,02)$ m à côté du plan central de la tête de l'opérateur, dans l'alignement de ses yeux, avec son axe parallèle au champ de vision de l'opérateur, et sur le côté correspondant à la valeur la plus élevée du niveau de pression acoustique pondérée A.

Pour les outils mesurés à vide et en l'absence de l'opérateur, le microphone doit être situé à un point de référence sur le plan sur lequel se tient normalement l'opérateur. Si ce n'est pas spécifié dans la partie applicable de la CEI 62841-3, ce point de référence doit être situé à 1 m du centre de l'outil du côté où se tient normalement l'opérateur. Le microphone doit être situé directement au-dessus du point de référence à une hauteur de $(1,55 \pm 0,075)$ m.

Si c'est exigé, le niveau de pression acoustique pondérée C d'émission de crête L_{pCpeak} doit être mesuré alors que l'opérateur est dans la même position que pour la mesure du niveau de pression acoustique pondérée A L_{pA} .

I.2.3.3 Machines pour jardins et pelouses

Le niveau de pression acoustique d'émission des **machines pour jardins et pelouses** doit être déterminé comme spécifié dans la partie applicable de la CEI 62841-4.

I.2.4 Conditions d'installation et de montage des outils électriques au cours des essais acoustiques

Les conditions d'installation et de montage doivent être les mêmes pour la détermination du niveau de pression acoustique d'émission et du niveau de puissance acoustique au poste de travail.

L'outil électrique soumis à l'essai doit être neuf et équipé d'**accessoires** qui modifient ses propriétés acoustiques, comme recommandé par le fabricant. Avant de commencer l'essai, l'outil électrique (y compris le matériel auxiliaire exigé) doit être installé dans une condition stable conforme aux instructions du fabricant pour une utilisation en toute sécurité.

Un **outil portatif** est tenu par l'opérateur ou suspendu de façon à correspondre à l'**utilisation normale**, comme spécifié dans la partie applicable de la CEI 62841-2. Si l'**outil portatif** est utilisé horizontalement, il doit être positionné de façon à ce que son axe soit à 45° entre les positions de microphones 1 et 4 et 2 et 3 (voir la Figure I.2); son centre géométrique doit être à 1 m au-dessus du sol (plan réfléchissant). Si ces exigences sont impossibles à satisfaire ou si l'outil n'est pas utilisé horizontalement, les positions adoptées doivent être enregistrées et décrites dans le rapport d'essai.

Un **outil portable** doit être positionné soit sur le banc d'essai de la Figure I.1 ou monté sur un support auxiliaire, son centre de gravité est situé en-dessous de la position 5 du microphone. L'outil doit être orienté de sorte que son bord avant soit parallèle à l'un des bords latéraux horizontaux de la surface de mesure cubique de la Figure I.3.

Les **machines pour jardins et pelouses** doivent être utilisées et positionnées comme spécifié dans la partie applicable de la CEI 62841-4.

L'opérateur ne doit pas être positionné directement entre une position de microphone et l'outil électrique.

I.2.5 Conditions de fonctionnement

Les conditions de fonctionnement doivent être les mêmes pour la détermination du niveau de pression acoustique d'émission et du niveau de puissance acoustique au poste de travail.

Les mesures doivent être effectuées sur un nouvel outil.

Les outils sont soumis à l'essai dans les deux conditions de fonctionnement "à vide" ou "charge", selon ce qui est adapté au type de l'outil et selon ce qui est spécifié dans la partie applicable de la CEI 62841-2, de la CEI 62841-3 ou de la CEI 62841-4. Avant de commencer l'essai, l'outil doit être utilisé dans ces conditions pendant au moins 1 min.

Une mesure dans la condition de fonctionnement "charge" est à effectuer au cours du traitement de la pièce à usiner ou sous charge mécanique externe équivalente au **fonctionnement normal**.

S'il est exigé que les essais soient effectués sur un banc, il doit être conforme au banc d'essai montré à la Figure I.1.

On doit veiller à ce que l'emplacement de la pièce à usiner sur son support n'affecte pas le résultat de l'essai. Si nécessaire, ou si la partie applicable de la CEI 62841-2, de la CEI 62841-3 ou de la CEI 62841-4 le spécifie, la pièce à usiner doit être placée sur un support en matière élastique d'une épaisseur de (20 ± 1) mm, comprimé jusqu'à une épaisseur de (10 ± 1) mm sous le poids de la pièce à usiner.

Trois essais consécutifs à vide ou cinq essais sous charge doivent être effectués et le résultat de l'essai L_{WA} doit être la moyenne arithmétique, arrondie au décibel le plus proche, des trois ou des cinq essais.

Au cours des mesures, l'outil électrique doit fonctionner dans des conditions stables. Une fois l'émission sonore établie, l'intervalle de durée de mesure doit être d'au moins 15 s, à moins que les conditions de fonctionnement spécifiées dans la partie applicable de la CEI 62841-2, de la CEI 62841-3 ou de la CEI 62841-4 n'exigent un autre intervalle de temps. Si les mesures sont à effectuer au sein de bandes de fréquence d'octave ou de tiers d'octave, la période

minimale d'observation doit être de 30 s pour les bandes de fréquence centrées sur ou inférieures à 160 Hz, et de 15 s pour les bandes de fréquence centrées sur ou supérieures à 200 Hz.

I.2.6 Incertitudes de mesure

L'incertitude de mesure totale des valeurs d'émission sonore déterminées conformément à la présente Norme dépend de l'écart type σ_{R0} fourni par la méthode de mesure appliquée d'émission sonore et de l'incertitude liée à l'instabilité des conditions de fonctionnement et de montage σ_{omc} . L'incertitude totale résultante est ensuite calculée à partir de la formule

$$\sigma_{tot} = \sqrt{\sigma_{R0}^2 + \sigma_{omc}^2}$$

La valeur de la limite supérieure de σ_{R0} est d'environ 1,5 dB pour les méthodes de mesure de la classe 2 appliquées dans le code d'essai acoustique afin de déterminer le niveau de pression acoustique d'émission ou le niveau de puissance acoustique.

NOTE 1 σ_{tot} est désigné σ_R dans l'ISO 4871:1996.

NOTE 2 Dans l'ISO 4871:1996, l'incertitude de mesure élargie U , en décibels, est calculée à partir de la formule $U = k \sigma_{tot}$, k étant le facteur d'élargissement.

Cela dépend du degré de confiance souhaité. Afin de comparer les résultats avec une valeur limite, il est approprié d'appliquer le facteur d'élargissement pour une distribution normale unilatérale. Dans ce cas, le facteur d'élargissement $k = 1,6$ correspond à un niveau de confiance de 95 %. L'ISO 4871:1996 fournit des informations supplémentaires. Il est à noter que l'incertitude de mesure élargie U est désignée K dans l'ISO 4871:1996.

NOTE 3 Pour les machines dont l'émission sonore est plutôt constante, une valeur de 0,5 dB pour σ_{omc} peut s'appliquer. Dans d'autres cas, par exemple, si le flux de matière dans et hors de la machine a une grande influence, ou en cas de variation imprévisible du flux de matière, il est possible qu'une valeur de 2 dB soit plus adaptée. Les méthodes permettant de déterminer σ_{omc} sont décrites dans les normes de mesure de base. L'ISO 4871:1996 donne des lignes directrices supplémentaires pour déterminer l'incertitude K des valeurs d'émission sonore.

I.2.7 Informations à enregistrer

Les informations à enregistrer couvrent toutes les exigences techniques de ce code d'essai acoustique. Tout écart par rapport à ce code d'essai acoustique ou aux normes de base sur lesquelles il est basé est à enregistrer avec la justification technique de ces écarts.

I.2.8 Informations à signaler

Les informations minimales à inclure dans le rapport d'essai sont celles exigées pour préparer une déclaration d'émission sonore ou pour vérifier les valeurs déclarées. Les informations suivantes doivent donc au moins être incluses:

- référence au code d'essai acoustique et aux normes de base utilisées;
- description de l'outil électrique;
- description des conditions de montage et de fonctionnement;
- les valeurs d'émission sonore obtenues.

On doit confirmer que toutes les exigences du code d'essai acoustique ont été satisfaites ou, si ce n'est pas le cas, on doit identifier toutes les exigences non satisfaites. Les écarts par rapport à ces exigences doivent être indiqués et une justification technique de ces écarts doit être fournie.

I.2.9 Déclaration et vérification des valeurs d'émission sonore

La déclaration des valeurs d'émission sonore doit être un nombre à deux chiffres conformément à l'ISO 4871:1996. La déclaration doit comprendre la valeur d'émission sonore L

(L_{pA} et L_{WA}) et l'incertitude respective K (K_{pA} et K_{WA}). Si c'est exigé, le niveau de pression acoustique pondérée C d'émission de crête L_{pCpeak} doit être indiqué.

Pour un écart type de la reproductibilité de la méthode σ_{R0} de 1,5 dB et pour un écart type normal de production, on s'attend à ce que les valeurs des incertitudes, respectivement K_{pA} et K_{WA} , soient de 3 dB.

La déclaration acoustique doit indiquer que les valeurs d'émission sonore ont été obtenues selon le code d'essai acoustique. Si cette déclaration n'est pas vraie, la déclaration acoustique doit indiquer clairement quels sont les écarts par rapport à la présente Norme et aux normes de base.

NOTE Si la valeur mesurée est la moyenne d'un échantillon de trois outils électriques correctement échantillonnés, alors K est normalement de 3 dB. L'ISO 7574-4 et l'ISO 4871:1996 donnent des lignes directrices supplémentaires sur les termes échantillonnage et incertitude.

Les grandeurs d'émission sonore supplémentaires peuvent aussi être indiquées dans la déclaration.

Si elle est effectuée, la vérification doit concerner un lot d'outils électriques, selon 6.3 de l'ISO 4871:1996. La vérification doit être effectuée dans les mêmes conditions de montage, d'installation et de fonctionnement que celles appliquées pour la détermination initiale des valeurs d'émission sonore.

1.3 Vibration

NOTE En Europe (EN 62841-1), les exigences supplémentaires suivantes s'appliquent:

Réduction de la vibration

La vibration aux poignées doit être la plus faible possible sans affecter les performances et l'ergonomie (poids, manipulation, etc.) de l'outil.

La vibration doit en particulier être réduite par l'application de mesures techniques comme indiqué dans le CR 1030-1. Le succès des mesures de vibration appliquées est évalué en comparant les niveaux de vibration pour l'outil avec ceux des autres outils du même type et avec une spécification et des performances comparables.

1.3.1 Mesure de vibration – généralités

Les détails relatifs aux types d'outils particuliers sont donnés dans la partie applicable de la CEI 62841-2, de la CEI 62841-3 ou de la CEI 62841-4. Le code d'essai donne toutes les informations nécessaires pour déterminer, déclarer et vérifier de façon efficace les caractéristiques d'émission de vibration. Il doit permettre la comparaison des résultats d'essai pour les différents outils.

La valeur totale de vibration peut être déterminée à l'aide des mesures d'une machine dont la conception et les spécifications techniques sont identiques à celles de la machine considérée.

L'EN 12096 donne des lignes directrices sur la façon de déclarer les valeurs totales de vibration des machines et spécifie les exigences pour la vérification des valeurs déclarées.

Les niveaux de vibration pour la vibration main-bras a_h à indiquer dans les instructions utilisateur doivent être mesurés conformément à la procédure d'essai suivante.

L'incertitude K est donnée comme une indication de l'écart mesuré par rapport à la moyenne au cours de l'essai.

L'ISO 5349-1 et l'ISO 5349-2 indiquent la mesure et l'évaluation de l'exposition des individus aux vibrations transmises par la main sur le lieu de travail.

NOTE La liste suivante n'est pas une liste exhaustive des sources possibles d'erreur de mesure, mais elle peut être considérée comme un guide permettant d'éviter les principales erreurs de mesure.

- a) montage ou fixation inadaptée des transducteurs;
- b) fixation inadaptée des câbles;
- c) absence ou mauvais réglage du filtre passe-bande;
- d) sortie non nulle des amplificateurs après montage des transducteurs;
- e) mauvais alignement des directions des transducteurs ou position inappropriée ou variable des transducteurs;
- f) conditionnement inapproprié du signal (passe-bande, rapport signal sur bruit, surcharge, etc.);
- g) durée de mesure trop courte;
- h) absence d'étalonnage avec et après la mesure;
- i) définition inadaptée des conditions de fonctionnement;
- j) opérateurs inexpérimentés utilisant des forces de préhension inappropriées;
- k) conditions de fonctionnement instables, telles que forces d'alimentation fluctuantes et vitesse variable du moteur.

L'ISO 5349-2 donne d'autres conseils pratiques sur les erreurs de mesure.

1.3.2 Symboles

À l'Article 1.3, les symboles suivants sont utilisés:

$a_{hw}(t)$ valeur d'accélération instantanée à axe unique de la vibration transmise par la main pondérée en fréquence à l'instant t , en m/s^2

a_{hw} valeur d'accélération efficace (eff.) à axe unique de la vibration transmise par la main pondérée en fréquence, en m/s^2

a_{hwX} , a_{hwY} , a_{hwZ} valeurs de a_{hw} en m/s^2 , pour les axes désignés respectivement par X, Y et Z

a_{hv} valeur totale de vibration de l'accélération eff. pondérée en fréquence, en m/s^2 ; il s'agit de la racine carrée de la somme des carrés des valeurs de a_{hw} pour les trois axes de vibration mesurés

a_h valeur totale de vibration moyenne arithmétique des résultats de mesure de toutes les sessions et de tous les opérateurs en m/s^2 , il s'agit du résultat de l'essai

σ_R écart type de reproductibilité

K incertitude de a_h en m/s^2

C_V coefficient de variation d'une série d'essai, définie comme le rapport entre l'écart type d'une série de valeurs de mesure et la valeur moyenne de la série:

$$C_V = \frac{s_{N-1}}{\bar{a}_{hv}}$$

où

$$s_{N-1} = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (a_{hvi} - \bar{a}_{hv})^2} \quad \text{est l'écart type;}$$

\bar{a}_{hv} est la valeur totale de vibration moyenne de la série de 5 mesures en m/s^2 ;

a_{hvi} est la i -ème valeur totale de vibration d'une série de mesures en m/s^2 ;

N est le nombre de valeurs mesurées dans une série de mesures (ici $N = 5$).

I.3.3 Caractérisation de la vibration

I.3.3.1 Direction de mesure

La vibration transmise à la main dépend des trois directions orthogonales X, Y et Z, comme indiqué à la Figure I.4. Pour les types d'outils particuliers, ces directions peuvent être définies dans la partie applicable de la CEI 62841-2, de la CEI 62841-3 ou de la CEI 62841-4.

I.3.3.2 Emplacement de la mesure

Les mesures doivent être effectuées dans trois directions pour chaque position de main. Toutes les mesures doivent être effectuées simultanément.

Les mesures doivent être effectuées aussi près que possible de la main entre le pouce et l'index, là où un opérateur tient normalement la machine.

Si les zones de préhension sont couvertes par un matériau doux, on doit veiller à éviter les effets de résonance du montage du transducteur. Si des matériaux doux recouvrent la zone de préhension, on doit les enlever ou les compresser fortement au moyen d'une pince de montage de transducteur ou d'un adaptateur approprié.

Les positions de mesure pour les types d'outils particuliers sont spécifiées dans la partie applicable de la CEI 62841-2, de la CEI 62841-3 ou de la CEI 62841-4.

Lorsque les machines sont utilisées avec plus d'une manette ou plus d'une surface de préhension, on doit mesurer et enregistrer la vibration aux endroits où l'opérateur place normalement ses mains pour tenir l'outil en **fonctionnement normal**. S'il peut être démontré que l'amplitude de la vibration est toujours plus importante au niveau d'une manette, le code d'essai de vibration peut spécifier quelles mesures sont effectuées uniquement dans cette zone de préhension.

I.3.3.3 Amplitude de la vibration

La grandeur utilisée pour décrire l'amplitude de la vibration doit être l'accélération pondérée en fréquence a_{hw} en m/s^2 .

On doit utiliser la pondération en fréquence conforme à l'ISO 5349-1.

La valeur efficace a_{hw} conformément à la présente Norme est définie comme la valeur efficace du signal d'accélération pondérée en fréquence $a_{hw}(t)$:

$$a_{hw} = \left[\frac{1}{T} \int_0^T a_{hw}^2(t) dt \right]^{1/2}$$

Un dispositif d'intégration équipé de dispositifs d'intégration linéaire doit être utilisé afin d'obtenir des valeurs efficaces de signaux variant considérablement avec le temps.

La durée de mesure doit être aussi longue que raisonnablement possible et normalement supérieure ou égale à 8 s pour les mesures de vibration transmise par la main.

Si la durée de mesure de 8 s pour les machines individuelles ne peut être respectée, par exemple, si la durée de fonctionnement est courte (comme cel est défini en I.3.5.3), cela doit être spécifié dans la partie applicable de la CEI 62841-2, de la CEI 62841-3 ou de la CEI 62841-4.

I.3.3.4 Combinaison des directions de vibration

La valeur totale de vibration a_{hv} est déterminée à partir de la formule

$$a_{hv} = [a_{hwx}^2 + a_{hwy}^2 + a_{hwz}^2]^{1/2} \quad (I.3)$$

où

a_{hwx} , a_{hwy} , a_{hwz} sont les valeurs efficaces de l'accélération pondérée en fréquence respectivement dans les directions X, Y et Z.

I.3.4 Exigences relatives à l'instrumentation

I.3.4.1 Généralités

L'équipement de mesure de la vibration doit être conforme à l'ISO 8041.

L'instrumentation utilisée pour les mesures d'autres paramètres (par exemple, pour contrôler les conditions de travail) dont les caractéristiques ne sont pas couvertes par l'ISO 8041 doit être spécifiée dans la partie applicable de la CEI 62841-2, de la CEI 62841-3 ou de la CEI 62841-4.

I.3.4.2 Transducteurs

I.3.4.2.1 Spécification des transducteurs

Les valeurs de vibration spécifiées en I.3.3.3 doivent être mesurées à l'aide de transducteurs et d'autres appareils de mesure adaptés conformes à l'ISO 8041.

La masse totale du transducteur de vibration et de son montage ne doit pas influencer le résultat de la mesure et ne doit pas dépasser 5 g pour chaque direction de mesure.

NOTE Par exemple, les poignées en plastique léger sont adaptées, alors que les transducteurs lourds peuvent ne pas l'être. Pour de plus amples informations, voir l'ISO 5349-2.

Les facteurs tels que la sensibilité transversale (moins de 10 %), la plage de température ambiante, la sensibilité transitoire de température typique et l'accélération maximale de choc doivent être pris en compte dans la sélection des transducteurs.

I.3.4.2.2 Fixation des transducteurs

L'ISO 5349-2 donne des lignes directrices sur le montage des transducteurs. Le transducteur et le filtre mécanique, le cas échéant, doivent être montés de façon rigide et sur la surface vibrante.

Des filtres mécaniques ou d'autres moyens adaptés peuvent être nécessaires pour réduire les erreurs de mesure susceptibles de se produire lors de la mesure de la vibration présentant des éléments impulsifs, tels que ceux que produisent les outils percussifs. Pour de plus amples informations, voir l'ISO 5349-2.

NOTE Une forte accélération des composantes à haute fréquence de la vibration peut provoquer la génération par le transducteur de faux signaux (par exemple, décalage en courant continu) dans la plage de fréquences à l'étude, en raison de l'excitation de la résonance du transducteur.

I.3.4.3 Étalonnage de la chaîne de mesure

L'ensemble du système de mesure doit être vérifié avant et après une séquence de mesures à l'aide d'un calibrateur qui produit une accélération connue à une fréquence connue.

Les transducteurs doivent être étalonnés conformément à l'ISO 5347 et à l'ISO 16063-1. L'ensemble du système de mesure doit être vérifié conformément aux exigences de l'ISO 8041.

I.3.5 Conditions d'essai et de fonctionnement de l'outil

I.3.5.1 Généralités

Les mesures doivent être effectuées sur un nouvel outil utilisé uniquement pour les essais acoustique et de vibration exigés par la présente Norme.

Pour les outils branchés sur secteur: La tension moyenne au cours de l'essai ne doit pas s'écarter de plus de ± 1 % de la **tension assignée** ou de la valeur moyenne de la **plage assignée de tensions**.

Pour les outils fonctionnant sur batteries: Chaque opérateur doit commencer sa série d'essais avec une batterie complètement chargée.

Si la procédure d'essai n'est pas fournie dans la partie applicable de la CEI 62841-2, de la CEI 62841-3 ou de la CEI 62841-4 ou qu'aucune partie de la CEI 62841-2, de la CEI 62841-3 ou de la CEI 62841-4 ne s'applique, les conditions de fonctionnement et la procédure de fonctionnement doivent être spécifiées de façon suffisamment détaillée pour obtenir une reproductibilité appropriée. Les procédures d'essai basées sur une situation de fonctionnement habituel et réel sont préférentielles. L'essai de vibration peut simuler une seule phase d'une tâche ou d'un cycle de manœuvres, constituée d'un ensemble d'opérations exposant l'opérateur à la vibration.

Si, pour une meilleure reproductibilité, une condition de fonctionnement est simulée, la source de vibration doit produire à peu près la même amplitude de vibration que celle d'une situation de fonctionnement habituelle. S'il est nécessaire d'indiquer des niveaux d'émission réalistes, les essais doivent être effectués dans plus d'une condition de fonctionnement ou dans plus d'un ensemble de conditions de fonctionnement, comme défini dans la partie applicable de la CEI 62841-2, de la CEI 62841-3 ou de la CEI 62841-4.

Si l'outil est équipé de moyens ou de dispositifs permettant de réduire l'émission de vibration dans des conditions de fonctionnement comparables, ils doivent être utilisés conformément aux instructions utilisateur au cours des essais de vibration. Si cela exige de s'écarter de la méthode d'essai de type, cela doit être signalé et expliqué dans le rapport d'essai.

Au cours des mesures, les mains de l'opérateur doivent guider la machine si nécessaire selon la conception de l'outil et comme spécifié dans les instructions fournies avec la machine.

I.3.5.2 Fixation, pièce à usiner et tâche

La **fixation** ou les **accessoires** à utiliser avec la machine doivent être conformes aux recommandations des instructions utilisateur.

Si ces **fixations** sont du type permettant de réduire la vibration, cela doit être signalé avec la valeur de vibration déclarée.

On doit veiller à ce que l'emplacement de la pièce à usiner sur son support n'affecte pas les résultats de l'essai. Les détails relatifs à la tâche et à la pièce à usiner sont donnés dans la partie applicable de la CEI 62841-2, de la CEI 62841-3 ou de la CEI 62841-4.

NOTE Même des petites différences de taille, de forme, de matière, d'usure, d'équilibre, etc. de l'**accessoire** peuvent modifier considérablement l'amplitude de vibration.

I.3.5.3 Conditions de fonctionnement

Les outils sont soumis à l'essai sous charge uniquement, à moins que la condition de fonctionnement à vide ne soit considérée comme importante dans le cadre d'une utilisation pratique (la condition à vide représente plus de 20 % des périodes où l'outil est allumé). Dans ce cas, l'outil doit être soumis à l'essai en condition de charge et à vide ou dans le cadre d'un cycle de manœuvres caractéristique où il fonctionne sous charge et à vide. La partie applicable de la CEI 62841-2, de la CEI 62841-3 ou de la CEI 62841-4 décrit les modes de fonctionnement et le calcul de la valeur d'émission déclarée.

La machine doit être utilisée dans des conditions et des modes de fonctionnement normaux conformément aux instructions utilisateur et qui doivent être maintenus pendant toute la durée de l'essai. Les conditions de fonctionnement qui doivent être utilisées sont celles qui sont représentatives des valeurs de vibration les plus élevées susceptibles d'être observées en **utilisation normale** et habituelle de la machine en essai. La mesure peut être effectuée lors du traitement de la pièce à usiner ou sous charge mécanique externe équivalente au **fonctionnement normal**.

Avant de commencer l'essai, l'outil doit être mis en fonctionnement dans ces conditions pendant au moins 1 min afin qu'il chauffe.

I.3.5.4 Opérateur

La vibration de la machine est influencée par l'opérateur. L'opérateur doit donc être qualifié et capable d'utiliser la machine correctement, c'est-à-dire qu'il doit avoir l'expérience de l'utilisation de l'outil.

La force de préhension doit être celle des conditions de fonctionnement à long terme et ne doit pas être excessive.

I.3.6 Procédure de mesure et validité

I.3.6.1 Valeurs de vibration signalées

Trois séries de cinq essais consécutifs doivent être effectuées par un opérateur différent pour chaque série. S'il peut être démontré que l'opérateur n'a pas d'influence sur la vibration, il est admis qu'un seul opérateur effectue la totalité des 15 mesures. Les détails sont spécifiés dans la partie applicable de la CEI 62841-2, de la CEI 62841-3 ou de la CEI 62841-4.

Les mesures sont effectuées sur trois axes et les résultats de chaque direction doivent être combinés à l'aide de l'équation (I.3) afin d'obtenir la valeur totale de vibration a_{hv} .

Si le coefficient de variation C_V des cinq valeurs totales de vibration a_{hv} , enregistrées pour chaque série, est inférieur à 0,15 ou si l'écart type s_{N-1} est inférieur à $0,3 \text{ m/s}^2$, les résultats sont acceptés (la note en I.3.1 donne des informations sur les sources possibles d'erreurs de mesure).

Le résultat de mesure a_h doit être déterminé comme la moyenne arithmétique des valeurs totales de vibration au cours des essais et pour tous les opérateurs.

I.3.6.2 Déclaration de la valeur totale de vibration

Le résultat a_h est la base de la valeur déclarée. Si des valeurs ont été obtenues pour différentes positions de main, la valeur la plus élevée doit être la base de la déclaration.

Si c'est exigé par la partie applicable de la CEI 62841-2, de la CEI 62841-3 ou de la CEI 62841-4, la description du mode de fonctionnement correspondant à l'émission de vibration doit être indiquée près de chaque valeur déclarée.

Pour déterminer l'incertitude K de la valeur déclarée conformément à l'EN 12096, la formule suivante qui doit être utilisée prend en compte l'écart type:

$K = 1,65 s_R$ ou $K = 1,5 \text{ m/s}^2$, selon la valeur la plus élevée

$$s_R = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (a_{hvi} - a_h)^2}$$

où

s_R = écart type (considéré comme égal à σ_R);

n = 3 (nombre d'opérateurs);

a_{hvi} = valeur moyenne totale de vibration de chaque opérateur (= résultat pour chaque opérateur);

a_h = valeur moyenne totale de vibration de toutes les mesures (= résultat d'essai).

La ou les valeurs de vibration a_h doivent être déclarées comme suit:

Les valeurs totales de vibration (somme vectorielle triaxiale) déterminées conformément à [numéro de la norme]:

Description du mode de travail 1 (si c'est exigé dans la partie applicable de la CEI 62841-2, de la CEI 62841-3 ou de la CEI 62841-4)	Valeur d'émission de vibration $a_h = \dots \text{ m/s}^2$ Incertitude $K = \dots \text{ m/s}^2$
Description du mode de travail 2 (si c'est exigé dans la partie applicable de la CEI 62841-2, de la CEI 62841-3 ou de la CEI 62841-4).	Valeur d'émission de vibration $a_h = \dots \text{ m/s}^2$ Incertitude $K = \dots \text{ m/s}^2$

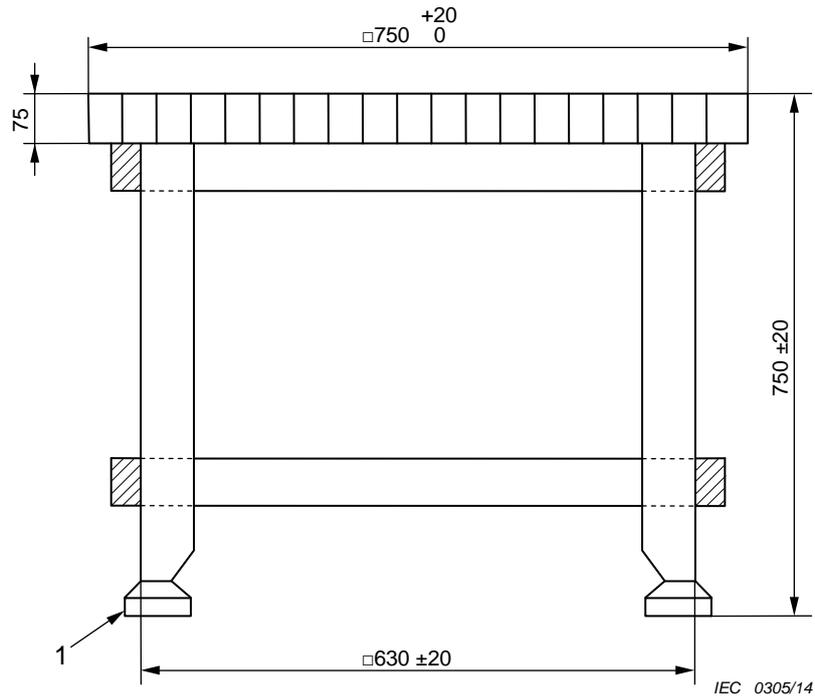
I.3.7 Rapport de mesure

Le rapport doit comprendre au moins les informations suivantes:

- a) référence à la présente Norme, y compris toute partie applicable de la CEI 62841-2, de la CEI 62841-3 ou de la CEI 62841-4;
- b) spécification de la machine soumise à l'essai (c'est-à-dire fabricant, type et numéro de série de la machine, etc.);
- c) **fixations** ou **accessoires**;
- d) conditions de fonctionnement et d'essai (tension, courant, force d'alimentation, réglage de la vitesse, durée et nombre de sessions d'essai, etc.);
- e) institut de mesure (par exemple, laboratoire, fabricant);
- f) date de mesure et nom de la personne responsable de l'essai;
- g) instrumentation (masse du transducteur, filtres, intégrateurs, système d'enregistrement, etc.);
- h) position et fixation des transducteurs, directions de mesure et valeurs de vibration individuelles le cas échéant (par exemple, enregistrées par des photos);
- i) la vibration totale moyenne arithmétique a_h , pour chaque opérateur la valeur de vibration totale a_{hv} et les trois valeurs d'accélération pondérée à axe unique a_{hw} . Il est d'usage de signaler toutes les valeurs mesurées (c'est-à-dire pour tous les axes de vibration, tous les essais et tous les opérateurs);
- j) l'incertitude K de la valeur totale de vibration a_h .

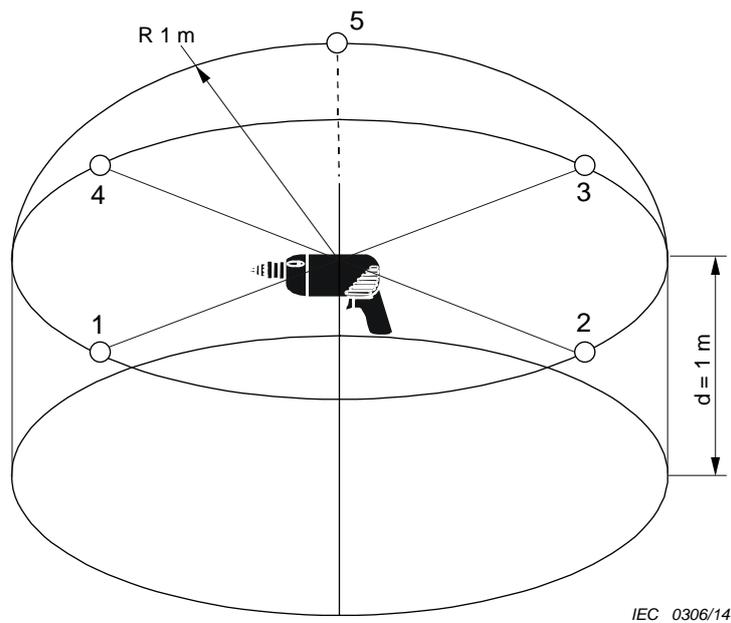
Tout écart par rapport au code d'essai de vibration dans la présente Norme doit être signalé avec la justification technique de l'écart.

Dimensions en millimètres

**Légende**

1 pied isolant en caoutchouc

Matière: pin 75 × 40 aplani, collé et goujonné

Figure I.1 – Banc d'essai**Figure I.2 – Positions d'un outil électrique portatif et des microphones sur la surface de mesure hémisphérique / cylindrique**

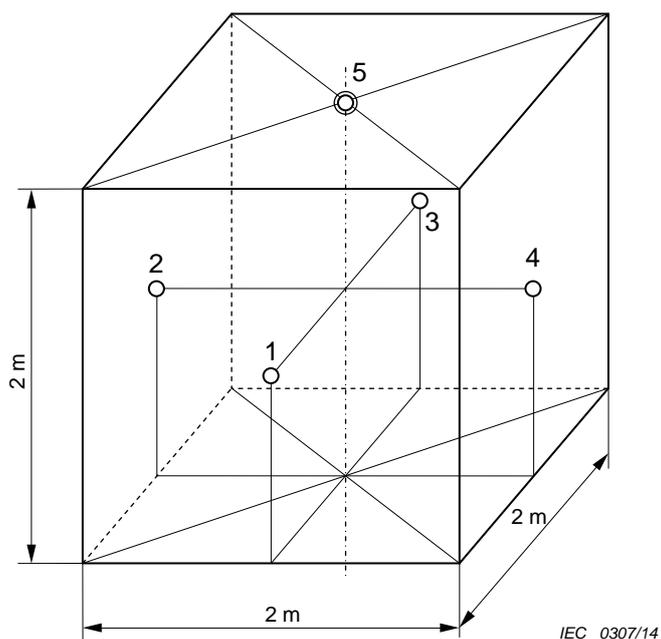
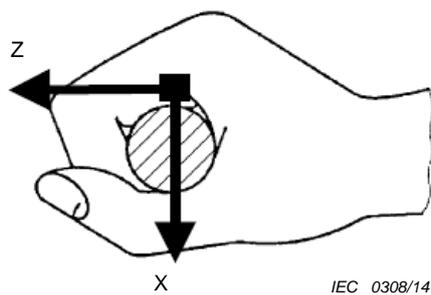
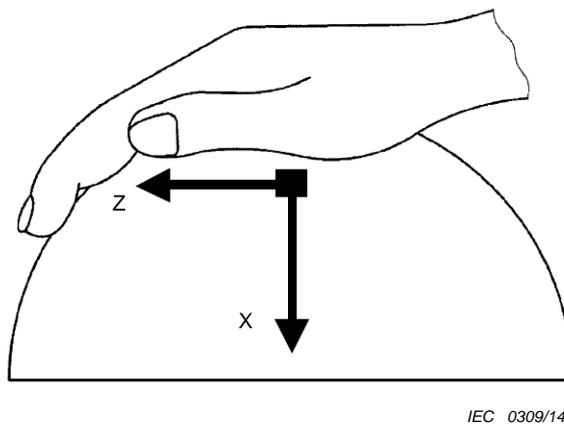


Figure I.3 – Positions des microphones sur une surface de mesure cubique



a) Position de préhension – La main saisit une poignée cylindrique



b) Position paume à plat – La main appuie sur un bouton sphérique

Figure I.4 – Directions de la mesure de vibration

Annexe J

Vide

Annexe K (normative)

Outils fonctionnant sur batteries et blocs de batteries

K.1 Domaine d'application

La présente Annexe s'applique aux outils à moteur alimentés par des **batteries** rechargeables ou à entraînement magnétique:

- **outils portatifs** (CEI 62841-2);
- **outils portables** (CEI 62841-3);
- **machines pour jardins et pelouses** (CEI 62841-4);

et les blocs de **batteries** pour de tels outils ou machines. Les catégories énumérées ci-dessus sont appelées ci-après "outils" ou "machines".

La **tension assignée** maximale des outils et des blocs de **batteries** est de 75 V en courant continu.

Les outils fonctionnant sur batteries couverts par la présente annexe ne sont pas considérés comme des **outils de la classe I, de la classe II ou de la classe III** et c'est la raison pour laquelle il n'est pas nécessaire qu'ils aient une **isolation principale, supplémentaire ou renforcée**. On considère qu'il existe un risque de choc électrique uniquement entre parties de polarité opposée.

Les blocs de **batteries** pour outils couverts par cette annexe qui sont destinés à être chargés par un **chargeur** non isolé doivent être évalués selon la présente annexe et la présente Norme. Lorsqu'on évalue un bloc de **batteries** du point de vue de la protection contre les chocs électriques, des **lignes de fuite**, des **distances d'isolement** et des distances à travers l'isolation, le bloc de **batteries** doit être adapté au **chargeur** prévu.

Les blocs de **batterie** des outils électriques étant soumis à différentes méthodes d'utilisation (telles que l'utilisation intensive, les courants de haute charge et de décharge), leur sécurité peut être évaluée uniquement à l'aide de la présente annexe et non des autres normes relatives aux blocs de **batteries**, telles que la CEI 62133, sauf spécification contraire dans la présente annexe. Toutes les exigences applicables de la CEI 62133 sont couvertes par la présente Annexe.

Lors de l'évaluation du risque de **feu** associé aux **blocs de batteries amovibles**, il a été tenu compte du fait que ces blocs de **batteries** sont des sources d'énergie fonctionnant sans surveillance et ont été évalués comme tels dans la présente Norme. Les exigences des autres normes relatives au risque de **feu** associé au chargement de ces **blocs de batteries amovibles** sont donc considérées comme satisfaites.

La présente annexe couvre également les exigences relatives à l'utilisation d'**éléments** lithium-ion utilisés dans les **systèmes de batterie** des outils. Dans le contexte de ces exigences, il est tenu compte de ce qui suit:

- Ces exigences traitent du risque de **feu** ou d'**explosion** de ces **batteries** et non des dangers associés à la toxicité ou aux dangers potentiels associés au transport ou à la mise au rebut.

NOTE 1 La CEI 62281 couvre les aspects de sécurité des batteries lithium-ion au cours du transport.

- Les **systèmes de batterie** couverts par ces exigences ne sont pas destinés à être entretenus par l'utilisateur final.
- Ces exigences ne sont destinées à permettre une évaluation complète d'une **batterie** que si celle-ci est utilisée dans des produits couverts par la présente Norme.
- Ces exigences couvrent la sécurité des **systèmes de batterie** lithium-ion au cours du rangement et de l'utilisation, y compris la décharge et la charge. Ces exigences ne sont pas considérées comme supplémentaires pour le feu et le choc électrique du **chargeur** de batterie.
- Ces exigences font référence aux paramètres qui établissent des conditions d'utilisation en toute sécurité pour les **éléments**; ces paramètres sont exigés. Ils constituent la base des critères d'acceptation pour plusieurs essais indiqués dans la présente Norme. La présente Norme n'évalue pas indépendamment la sécurité des **éléments**. Ces paramètres, considérés comme un ensemble, représentent la "**Région de Fonctionnement spécifiée**" pour un **élément**. Il peut y avoir plusieurs ensembles de **Région(s) de Fonctionnement spécifiée(s)**.

La présente annexe n'est pas destinée à s'appliquer aux outils qui utilisent des **batteries d'usage général** installées par l'utilisateur et cette annexe à elle seule n'est pas suffisante pour assurer que tous les dangers concernant ces produits sont pris en compte.

La présente annexe ne s'applique pas à la sécurité des **chargeurs** de batterie. Cependant, la présente annexe couvre le fonctionnement en toute sécurité des **systèmes de batterie** lithium-ion.

NOTE 2 La CEI 60335-2-29 traite de différents **chargeurs**.

Tous les articles de la présente Norme s'appliquent sauf spécification contraire dans cette annexe. Lorsqu'un article est mentionné dans cette annexe, ses exigences remplacent celles du corps de la norme, sauf spécification contraire.

K.3 Termes et définitions

Cet article est applicable avec l'exception suivante:

Pour les besoins de la présente annexe, les définitions suivantes supplémentaires s'appliquent.

K.3.201

système de batterie

combinaison d'une **batterie** lithium-ion, du **système de charge**, de l'outil et des interfaces entre eux tels qu'ils sont pendant l'utilisation de l'outil ou pendant le chargement

K.3.202

élément

unité électrochimique fonctionnelle de base contenant un assemblage d'électrodes, d'électrolyte, d'un récipient, de bornes et généralement de séparateurs, qui est une source d'énergie électrique par conversion directe d'énergie chimique

K.3.203

chargeur

tout ou partie du **système de charge** contenu dans une enveloppe séparée. Le chargeur comprend au moins des circuits de conversion de puissance. Tous les **systèmes de charge** ne comprennent pas un **chargeur** séparé, comme lorsque l'outil peut être chargé à l'aide d'un **câble d'alimentation** ou peut comprendre une fiche pour la fixation à une embase de secteur

K.3.204**système de charge**

combinaison de circuits destinés à charger, à équilibrer et/ou à maintenir l'état de charge d'une **batterie**

K.3.205**taux C_5**

courant, en ampères, auquel un **élément** ou une **batterie** peut être déchargé pendant 5 h jusqu'au point de coupure de la tension spécifié par le fabricant de l'**élément**

K.3.206**bloc de batteries amovible**

batterie qui est à l'intérieur d'une enveloppe séparée de l'outil et qui est destinée à être retirée de l'outil pour le chargement

K.3.207**feu**

émission de flammes d'une **batterie**

K.3.208**complètement chargé (batterie/élément)**

élément ou **batterie** chargé(e) au maximum autorisé par le **système de charge de batterie** destiné à être utilisé avec l'outil

K.3.209**complètement déchargé (batterie/élément)**

batterie ou **élément** qui a été déchargé(e) au **taux C_5** jusqu'à l'apparition d'une des conditions suivantes: la décharge prend fin car le circuit de protection ou la **batterie** (ou l'**élément**) atteint une tension totale avec une tension moyenne par élément égale à la tension finale pour la chimie des éléments utilisée, à moins que le fabricant ne spécifie une tension finale différente

Note 1 à l'article: Les tensions finales pour les chimies d'éléments communes sont indiquées en K.5.210.

K.3.210**usage général (batteries/éléments)**

batteries et **éléments** disponibles auprès de plusieurs fabricants, dans différents points de vente destinés à différents produits du fabricant

Note 1 à l'article: Les **batteries** 12 V d'automobile et les **éléments** alcalins AA, C et D sont des exemples de batterie/élément à **usage général**.

K.3.211**tension dangereuse**

tension entre les parties ayant une valeur moyenne supérieure à 60 V en courant continu ou supérieure à 42,4 V en valeur de crête lorsque l'ondulation crête à crête dépasse 10 % de la valeur moyenne

K.3.212**batterie non amovible**

batterie qui est placée à l'intérieur de l'outil et qui n'est pas retirée de celui-ci pour le chargement

Note 1 à l'article: Une **batterie** qu'il faut retirer de l'outil uniquement pour sa mise au rebut ou son recyclage est considérée comme une **batterie non amovible**

K.3.213**courant de charge maximal**

courant le plus élevé qu'un **élément** lithium-ion est autorisé à transmettre pendant la charge pour une plage spécifiée de température, comme spécifié par le fabricant de l'**élément** et évalué conformément à la CEI 62133

K.3.214**bloc de batteries démontable**

batterie qui est à l'intérieur d'une enveloppe séparée de l'outil et qui est raccordée à l'outil par un cordon

K.3.215**région de fonctionnement spécifiée**

plage d'opérations autorisée des **éléments** lithium-ion, exprimée par les limites des paramètres de l'**élément**

K.3.215.1**région de fonctionnement spécifiée pour le chargement**

conditions relatives à la tension et au courant au cours du chargement pendant lequel l'**élément** lithium-ion est autorisé à fonctionner comme spécifié par le fabricant de l'**élément** et évalué conformément à la CEI 62133

K.3.216**limite supérieure de tension de charge**

tension la plus élevée qu'un **élément** lithium-ion est autorisé à atteindre pendant la charge normale pour une plage spécifiée de température, comme spécifié par le fabricant de l'**élément** et évalué conformément à la CEI 62133

K.3.217**évacuation**

condition se produisant lorsqu'un **élément** relâche une pression interne excédentaire destinée à empêcher une **explosion**

K.5 Conditions générales d'essai**K.5.2** *Addition:*

*L'accumulation de contraintes résultant d'essais successifs sur la **batterie** est à éviter. D'autres échantillons peuvent être utilisés si nécessaire.*

K.5.7 *Sauf spécification contraire, les essais à effectuer sous la **tension assignée** sont effectués avec la **batterie complètement chargée**.*

K.5.10 Ce paragraphe n'est pas applicable.

K.5.11 Ce paragraphe n'est pas applicable.

K.5.15 Ce paragraphe n'est pas applicable.

K.5.16 Ce paragraphe n'est pas applicable.

K.5.201 *Lorsqu'on mesure la tension, la valeur de crête de toute ondulation superposée supérieure à 10 % de la valeur moyenne doit être incluse. Les tensions transitoires sont ignorées, comme une augmentation temporaire de la tension, par exemple après avoir retiré le bloc de **batteries** du **chargeur**.*

K.5.202 Les mesures des tensions des **éléments** au cours des essais des systèmes lithium-ion doivent être effectuées à l'aide d'un filtre passe-bas résistif-capacitif unipolaire avec une fréquence de coupure de $5 \text{ KHz} \pm 500 \text{ Hz}$. Si les limites de la tension de charge ont été dépassées, la valeur de crête de la tension mesurée après ce réseau doit être utilisée. La mesure doit avoir une tolérance de mesure de $\pm 1 \%$.

K.5.203 Certains essais peuvent avoir pour résultat un **feu** ou une **explosion**. Il est donc important que le personnel soit protégé des volées d'éclats, de la force explosive, des soudaines émissions thermiques, des brûlures chimiques, de la lumière et du bruit de forte intensité pouvant se produire lors de telles **explosions**. Il faut que la zone d'essai soit bien ventilée pour protéger le personnel des fumées ou des gaz potentiellement nuisibles.

K.5.204 Sauf spécification contraire, toutes les **batteries** doivent être entièrement conditionnées de la façon suivante: Les **batteries** doivent être **complètement déchargées** puis chargées conformément aux instructions du fabricant. La séquence doit être répétée une nouvelle fois avec un intervalle d'au moins deux heures après chaque décharge.

K.5.205 Les thermocouples pour les mesures de température de l'**élément** lithium-ion doivent être placés sur la surface extérieure, au milieu du côté le plus long de l'**élément** qui présente la température la plus élevée.

K.5.206 Les courants mesurés au cours du chargement de la **batterie** doivent être des courants moyens avec un temps d'intégration de 1 s à 5 s.

K.5.207 Sauf spécification contraire, une **batterie complètement chargée** doit être utilisée. Après retrait du **système de charge** et avant de démarrer un essai, la **batterie complètement chargée** doit être laissée au repos pendant une durée comprise entre 2 h et 6 h à une température ambiante de $(20 \pm 5) \text{ }^\circ\text{C}$.

K.5.208 Lorsqu'une **batterie** constituée d'un seul **élément** est utilisée, on doit ignorer les instructions de la présente Norme faisant référence à des préparations spéciales de l'**élément** dans une configuration de série.

K.5.209 Pour les conceptions de **batterie** comprenant une disposition en série des groupes parallèles d'**éléments**, le groupe doit être considéré comme un seul **élément** pour ces essais qui exigent la modification de la quantité de charge sur un seul **élément** avant d'effectuer l'essai.

K.5.210 Les tensions finales pour les chimies d'éléments communes sont:

- 0,9 V/élément pour les **batteries** au nickel cadmium ou les accumulateurs à hydrure métallique de nickel;
- 1,75 V/élément pour les **batteries** au plomb-acide;
- 2,5 V/élément pour les **batteries** lithium-ion, sauf spécification d'une autre tension par le fabricant.

K.7 Classification

Cet article n'est pas applicable.

K.8 Marquage et indications

K.8.1 Ce paragraphe n'est pas applicable.

K.8.3 Les outils fonctionnant sur batteries et les **blocs de batteries amovibles** ou les **blocs de batteries démontables** doivent porter les marquages correspondant aux informations supplémentaires suivantes:

- le nom commercial et l'adresse du fabricant et, le cas échéant, de son représentant agréé. L'adresse doit être suffisante pour permettre d'établir un contact. Le pays ou l'état, la ville et le code postal (le cas échéant) sont considérés suffisants pour cela;
- désignation de la série ou du type, qui permet l'identification technique du produit. Cette désignation peut s'obtenir par une combinaison de lettres et/ou de chiffres et peut être combinée avec la désignation de l'outil.

NOTE 1 La "désignation de la série ou du type" est également connue sous le nom de numéro de modèle.

Les outils fonctionnant sur batteries doivent aussi porter les indications supplémentaires suivantes:

- l'année de fabrication et un code de date identifiant au moins le mois de fabrication;
- désignation de l'outil, la désignation de l'outil peut être obtenue au moyen d'un code constitué d'une combinaison de lettres, de chiffres ou de symboles, à condition que ce code soit explicité par une désignation claire, telle que "perceuse", "raboteuse" etc. dans les instructions fournies avec l'outil;

NOTE 2 Ce code peut donner par exemple "A123-B".

- pour les outils dont les parties sont expédiées séparément pour être assemblées par l'utilisateur final, chaque partie doit porter une indication d'identification distincte sur la partie ou sur l'emballage.

Les **blocs de batteries** amovibles et **démontables** doivent aussi porter le marquage correspondant aux informations supplémentaires suivantes:

- la capacité indiquée par le fabricant en Ah ou mAh, sur la base de la capacité assignée des **éléments** déterminée conformément à la CEI 61056-1, à la CEI 61960, à la CEI 61951-1 et à la CEI 61951-2, selon le cas;
- pour les **batteries** alcalines ou les accumulateurs à électrolyte non acide, le type de **batterie** tel que Li-Ion, NiCd et NiMH.

NOTE 3 Au Canada et aux États-Unis, les exigences supplémentaires suivantes s'appliquent:

Un outil fonctionnant sur batteries équipé d'un **bloc de batteries amovible** ou d'un **bloc de batteries démontable** doit porter le marquage: "Utiliser uniquement avec une batterie ____", ou marquage équivalent, l'espace vide étant rempli par le nom du fabricant ou l'appellation commerciale, un numéro de catalogue, un identifiant de série, ou information équivalente relative au bloc de **batteries**. En variante, l'avertissement "Voir le manuel d'instructions pour les blocs de batterie supplémentaires" ou avertissement équivalent peut être utilisé en plus de la référence du numéro de catalogue d'au moins un bloc de **batteries**.

Un **bloc de batteries amovible**, un **bloc de batteries démontable**, ou un outil fonctionnant sur **batteries** équipé d'une **batterie non amovible** doit porter le marquage "Utiliser uniquement avec un chargeur ____", ou marquage équivalent, l'espace vide étant rempli par le nom du fabricant ou l'appellation commerciale, un numéro de catalogue, un identifiant de série, ou information équivalente relative au **chargeur**. En variante, l'avertissement "Voir le manuel d'instructions pour les chargeurs supplémentaires" ou avertissement équivalent peut être utilisé en plus de la référence du numéro de catalogue d'au moins un **chargeur**.

Si des marquages supplémentaires sont utilisés, ils ne doivent pas prêter à confusion.

La conformité est vérifiée par examen.

K.8.4 Les marquages spécifiés en K.8.1, 8.2 et K.8.3 ne doivent pas être portés sur une **partie amovible** de l'outil.

Les indications spécifiées en 8.2 doivent apparaître clairement à l'extérieur de l'outil. Les marquages spécifiés en K.8.3 doivent être visibles après le retrait d'un **bloc de batteries**

démontable ou d'un **bloc de batteries amovible**. D'autres indications peuvent être visibles une fois le couvercle retiré, si nécessaire.

Les indications relatives aux interrupteurs et aux dispositifs de commande doivent être placées sur ou à proximité de ces composants. Elles ne doivent pas être placées sur des parties qui peuvent être positionnées ou remises en place de telle façon que le marquage soit erroné.

La conformité est vérifiée par examen.

K.8.7 Ce paragraphe n'est pas applicable.

K.8.8 Ce paragraphe n'est pas applicable.

K.8.14.1.1 Ce paragraphe est applicable avec l'exception suivante:

Le Point 5) Maintenance et entretien est remplacé par le texte suivant:

5) Utilisation des outils fonctionnant sur batteries et précautions d'emploi

- a) **Ne recharger qu'avec le chargeur spécifié par le fabricant.** *Un chargeur qui est adapté à un type de bloc de batteries peut créer un risque de feu lorsqu'il est utilisé avec un autre type de bloc de batteries.*
- b) **N'utiliser les outils électriques qu'avec des blocs de batteries spécifiquement désignés.** *L'utilisation de tout autre bloc de batteries peut créer un risque de blessure et de feu.*
- c) **Lorsqu'un bloc de batteries n'est pas utilisé, le maintenir à l'écart de tout autre objet métallique, par exemple trombones, pièces de monnaie, clés, clous, vis ou autres objets de petite taille qui peuvent donner lieu à une connexion d'une borne à une autre.** *Le court-circuitage des bornes d'une batterie entre elles peut causer des brûlures ou un feu.*
- d) **Dans de mauvaises conditions, du liquide peut être éjecté de la batterie; éviter tout contact. En cas de contact accidentel, nettoyer à l'eau. Si le liquide entre en contact avec les yeux, rechercher en plus une aide médicale.** *Le liquide éjecté des batteries peut causer des irritations ou des brûlures.*
- e) **Ne pas utiliser un bloc de batteries ou un outil fonctionnant sur batteries qui a été endommagé ou modifié.** *Les batteries endommagées ou modifiées peuvent avoir un comportement imprévisible provoquant un feu, une explosion ou un risque de blessure.*
- f) **Ne pas exposer un bloc de batteries ou un outil fonctionnant sur batteries au feu ou à une température excessive.** *Une exposition au feu ou à une température supérieure à 130 °C peut provoquer une explosion.*

NOTE La température „130 °C“ peut être remplacée par la température „265 °F“.

- g) **Suivre toutes les instructions de charge et ne pas charger le bloc de batteries ou l'outil fonctionnant sur batteries hors de la plage de températures spécifiée dans les instructions.** *Un chargement incorrect ou à des températures hors de la plage spécifiée de températures peut endommager la batterie et augmenter le risque de feu.*

6) Entretien

- a) **Faire entretenir l'outil électrique par un réparateur qualifié utilisant uniquement des pièces de rechange identiques.** *Cela assure le maintien de la sécurité de l'outil électrique.*
- b) **Ne jamais effectuer d'opération d'entretien sur des blocs de batteries endommagés.** *Il convient que l'entretien des blocs de batteries ne soit effectué que par le fabricant ou les fournisseurs de service autorisés.*

K.8.14.2 Ce paragraphe est applicable avec l'exception suivante:

Addition:

e) Pour les outils fonctionnant sur batteries:

- 1) Instructions relatives au chargement des **batteries**, informations relatives à la plage de température ambiante pour l'utilisation et le rangement de l'outil et de la **batterie**, et la plage de température ambiante recommandée pour le **système de charge** en cours de charge;
- 2) Pour un outil fonctionnant sur batteries destiné à être utilisé avec un **bloc de batteries amovible** ou un **bloc de batteries démontable**: instructions indiquant les blocs de **batteries** adaptés à l'utilisation, telles qu'un numéro de catalogue, un identifiant de série ou instructions équivalentes;
- 3) Instructions indiquant le **chargeur** approprié pour l'utilisation, telles que le numéro de catalogue, l'identifiant de la série ou une instruction équivalente.

NOTE En Europe (EN 62841-1), les exigences supplémentaires suivantes s'appliquent:

pour les outils fonctionnant sur batteries avec **batterie non amovible**: instructions relatives au retrait en toute sécurité de la **batterie non amovible** de l'outil à la fin de la vie de l'outil, et informations relatives au type de **batterie** tel que Li-Ion, NiCd et NiMH.

K.9 Protection contre les chocs électriques

NOTE Le titre de cet article est différent de celui de la norme principale.

K.9.1 Les outils fonctionnant sur batteries et les blocs de **batteries** doivent être construits et placés sous enveloppe de manière à assurer une protection appropriée contre les chocs électriques.

La conformité est vérifiée par examen et par les essais de K.9.3 et K.9.5 selon le cas.

K.9.2 Ce paragraphe n'est pas applicable.

K.9.3 Il ne doit pas être possible que deux parties conductrices soient simultanément **accessibles** lorsque la tension entre elles est dangereuse, sauf si elles sont équipées d'une **impédance de protection**.

Dans le cas d'une **impédance de protection**, le courant de court-circuit entre les parties ne doit pas dépasser 2 mA en courant continu ou 0,7 mA valeur de crête en courant alternatif et il ne doit pas y avoir plus de 0,1 μF de capacité directement entre les parties.

La conformité de l'accessibilité est vérifiée en appliquant la sonde d'essai B de la CEI 61032:1997 sur chaque partie conductrice.

La sonde d'essai B de la CEI 61032:1997 est appliquée avec une force inférieure à 5 N à travers les ouvertures jusqu'à toute profondeur que la sonde permet d'atteindre et elle est tournée ou pliée avant, pendant et après l'insertion quelle que soit la position.

Si l'ouverture ne permet pas à la sonde d'entrer, une sonde d'essai rigide ayant les dimensions de la sonde d'essai B de la CEI 61032:1997, mais sans aucune articulation, est utilisée, la force sur la sonde est portée à 20 N et l'essai avec la sonde d'essai B articulée de la CEI 61032:1997 est répété.

*Le contact avec la sonde d'essai est déterminé avec toutes les **parties amovibles** retirées et en faisant fonctionner l'outil dans toutes les positions possibles en **utilisation normale**.*

*Les lampes situées derrière les couvercles amovibles ne sont pas retirées, sous réserve que la lampe puisse être mise hors tension au moyen d'une fiche sur laquelle l'utilisateur peut intervenir, par déconnexion du bloc de **batteries** ou au moyen d'un interrupteur.*

K.9.4 Ce paragraphe n'est pas applicable.

K.9.5 Les matériaux assurant l'isolation contre les chocs électriques doivent être appropriés.

La conformité est vérifiée en soumettant la matière isolante à un essai de rigidité diélectrique comme spécifié en D.2 avec 750 V. Cette disposition n'exclut pas de soumettre à l'essai la matière située dans l'outil, à condition de s'assurer que les matières qui ne sont pas à l'étude ne soient pas soumises à la tension d'essai.

*Cet essai s'applique uniquement aux matériaux qui, en cas de défaillance de leur fonction d'isolation, soumettent l'utilisateur à un danger de choc dû à une **tension dangereuse**. Cet essai ne s'applique pas aux matériaux qui assurent uniquement une protection physique contre le contact. Ainsi, une partie active non isolée doit se situer à 1,0 mm au plus de la surface du matériau à étudier pour cette exigence.*

K.10 Démarrage

Cet article n'est pas applicable.

K.11 Puissance et courant

Cet article n'est pas applicable.

K.12 Echauffements

K.12.1 Les outils fonctionnant sur batteries et les blocs de **batteries** ne doivent pas atteindre des températures excessives.

La conformité est vérifiée en déterminant l'échauffement des différentes parties dans les conditions suivantes:

L'outil est alimenté à vide

- de façon continue; ou*
- pour les outils avec un **cycle de manœuvres inhérent**: opération avec des cycles de manœuvres consécutifs*

*jusqu'à ce que la température maximale soit atteinte ou que l'outil ne fonctionne plus car la **batterie** est déchargée.*

*Au cours de l'essai, les **dispositifs de protection** ne doivent pas fonctionner. Les échauffements ne doivent pas dépasser les valeurs indiquées au Tableau 2.*

K.12.2 à K.12.6 Ces paragraphes ne sont pas applicables.

K.12.201 Chargement normal des systèmes lithium-ion

Le chargement d'une **batterie** lithium-ion dans des conditions normales ne doit pas dépasser la **région de fonctionnement spécifiée pour le chargement** de l'**élément**.

La conformité est vérifiée par les essais suivants.

*La **batterie** est chargée conformément aux instructions relatives au **système de charge**, la **batterie** étant **complètement déchargée** au début. Les essais sont effectués à une température ambiante de (20 ± 5) °C et*

- *s'il est recommandé d'utiliser l'outil à une température minimale inférieure à 4° C, l'essai est aussi effectué à cette température minimale 0_{-5} °C;*
- *s'il est recommandé d'utiliser l'outil à une température maximale supérieure à 40° C, l'essai est aussi effectué à cette température maximale 0_{+5} °C.*

*Pour tous les **éléments** individuels, la tension, la température mesurée selon K.5.205 et le courant de charge sont contrôlés. Dans le cas de configurations parallèles, l'analyse peut être utilisée pour éviter de mesurer les courants de branche individuels. Le résultat ne doit pas dépasser la **région de fonctionnement spécifiée pour le chargement** (par exemple, les limites de tension et de courant en fonction de la température).*

NOTE 1 L'analyse peut par exemple avoir pour résultat: il n'est pas nécessaire de contrôler le courant de charge pour chaque branche de connexion parallèle si le courant maximal livrable du **chargeur** ne dépasse pas le **courant de charge maximal** d'un seul **élément**.

*Pour les **batteries** utilisant des configurations séries, l'essai est répété avec une **batterie** volontairement déséquilibrée. Le déséquilibre est introduit dans une **batterie complètement déchargée** en chargeant un **élément** à environ 50 % de la charge complète.*

*S'il peut être montré par des essais et/ou une évaluation de la conception qu'un déséquilibre inférieur à 50 % peut réellement se produire en **utilisation normale**, alors un déséquilibre plus faible peut être utilisé.*

NOTE 2 On peut citer comme exemple les conceptions qui utilisent un circuit destiné à maintenir l'équilibre entre les **éléments** dans le bloc de **batteries**. Les systèmes comptant un plus petit nombre d'**éléments** dans une série peuvent présenter un déséquilibre limité en pratique, si le produit ne fonctionne plus avec une **batterie** préparée avec un déséquilibre initial plus faible.

NOTE 3 Un essai peut par exemple charger et décharger plusieurs fois une **batterie** conformément aux instructions du fabricant jusqu'à ce que sa capacité ait diminué à 80 % de la capacité assignée, en utilisant le déséquilibre à la fin de l'essai.

K.13 Résistance à la chaleur et au feu

K.13.1 Les parties en matériau thermoplastique utilisées comme enveloppe pour satisfaire à K.9 et dont la détérioration peut être à l'origine d'une non-conformité de l'outil ou du bloc de batteries avec la présente annexe doivent être suffisamment résistantes à la chaleur.

La conformité est vérifiée en soumettant les parties appropriées à un essai à la bille de la CEI 60695-10-2:2003. Les matériaux doux (élastomères), tels que les revêtements en matériau souple, doivent être retirés.

L'épaisseur requise peut être obtenue en utilisant deux épaisseurs ou plus de la partie considérée.

L'essai est effectué dans une étuve à une température de (55 ± 2) °C augmentée de la valeur de l'échauffement maximal déterminé au cours de l'essai de K.12, mais la température doit être au moins égale à (75 ± 2) °C pour les parties extérieures.

NOTE A l'Article K.12 seules les températures extérieures sont mesurées. La température de base de (40 ± 2) °C est passée à (55 ± 2) °C, ce qui représente la différence typique entre les températures intérieures et extérieures des enveloppes.

K.13.2 Ce paragraphe s'applique uniquement à l'enveloppe extérieure qui contient la partie de l'outil ou du bloc de **batteries** parcourue par le courant.

Addition:

Les parties non-métalliques d'un **bloc de batteries amovible** ou **démontable** ou les parties non-métalliques d'un outil qui contient une **batterie non amovible** maintenant des connexions transmettant un courant supérieur à 0,2 A au cours du chargement et les parties non-métalliques à moins de 3 mm de ces connexions, sont soumises à un essai au fil incandescent de la CEI 60695-2-11:2000, effectué à 850 °C.

Cependant, les essais ne s'appliquent pas aux:

- parties maintenant des connexions soudées et aux parties à moins de 3 mm de ces connexions
- parties maintenant des connexions dans des circuits à basse puissance décrits à l'Annexe H et aux parties à moins de 3 mm de ces connexions;
- connexions soudées sur des circuits imprimés et aux parties à moins de 3 mm de ces connexions;
- connexions de petits composants sur des circuits imprimés, tels que les diodes, les transistors, les résistances, les bobines d'inductance, les circuits intégrés et les condensateurs, et aux parties à moins de 3 mm de ces connexions.

K.13.2.201 Pour les **blocs de batteries amovibles** ou les **blocs de batteries démontables** avec enveloppe extérieure en polymère qui enveloppe des parties parcourues par le courant, la matière doit être classée au moins V conformément à la CEI 60695-11-10:2013, à moins que le bloc de batteries n'ait été soumis à l'essai selon K.18.1 a).

La conformité est vérifiée par les essais applicables de la CEI 60695-11-10:2013.

NOTE L'essai de K.18.1 a) est obligatoire pour les bornes de batterie exposées et est facultatif pour les bornes de batterie qui ne sont pas exposées.

K.14 Résistance à l'humidité

Cet article n'est pas applicable.

K.16 Protection contre la surcharge des transformateurs et des circuits associés

Cet article n'est pas applicable.

K.17 Endurance

Cet article n'est pas applicable.

K.18 Fonctionnement anormal

K.18.1 Tous les outils, lorsqu'ils fonctionnent en étant alimentés par l'énergie des **batteries** ou de leurs blocs de **batteries** doivent être conçus de manière à ce que le risque de **feu** ou de choc électrique dû à un fonctionnement anormal soit prévenu autant que cela est possible dans la pratique.

La conformité est vérifiée par les essais suivants.

Les conditions anormales a) à f) ci-dessous doivent s'appliquer.

L'outil fonctionnant sur batteries, le bloc de **batteries** et les câbles de d) et e), le cas échéant, sont placés sur une surface en bois tendre recouverte de deux couches de papier mousseline; l'échantillon est couvert par une couche de gaze médicale 100 % coton non traité. Pour les

essais b), c) et f), l'outil est allumé et aucune charge mécanique supplémentaire n'est appliquée. L'essai est effectué jusqu'à la défaillance ou jusqu'à ce que l'échantillon d'essai revienne à plus ou moins 5 K de la température ambiante ou, si aucune de ces situations ne se produit, pendant 3 h. Un nouvel échantillon peut être utilisé pour chaque défaut indiqué ci-dessous. Aucune **explosion** ne doit se produire pendant ou après l'essai. Il doit y avoir une protection adaptée contre les chocs électriques, comme défini en K.9. Aucune carbonisation ou combustion de la gaze ou du papier mousseline ne doit se produire. L'**évacuation** des **éléments** est autorisée.

La carbonisation est définie comme un noircissement de la gaze causé par la combustion. Une décoloration de la gaze causée par la fumée est acceptable. La résistance pour le court-circuit aux points a), b), d), e) et f) ne doit pas dépasser 10 mΩ. Carboniser ou allumer le papier mousseline ou la gaze par le moyen de court-circuitage n'est pas considéré comme une défaillance.

Les fusibles, les **coupe-circuits thermiques**, les **protecteurs thermiques**, les **limiteurs de température**, les dispositifs électroniques ou le(s) composant(s) ou les conducteurs(s) qui interrompent le courant de décharge peuvent fonctionner pendant les essais ci-dessus. Si ces dispositifs sont utilisés pour satisfaire à l'essai, l'essai est à répéter deux fois de plus, à l'aide de deux échantillons supplémentaires, et doit ouvrir le circuit de la même manière, à moins que l'essai ne soit satisfait autrement. En variante, l'essai peut être répété avec le dispositif en circuit ouvert ponté.

Cependant, les **circuits électroniques** de protection dont la fonction est utilisée pour satisfaire à un essai doivent être considérés comme assurant une **fonction critique pour la sécurité** et satisfaire à 18.8 avec un PL = a. Si un **limiteur de température** réglable par l'utilisateur fonctionne, l'essai est effectué avec le **limiteur de température** réglé de la façon la plus défavorable puis répété avec ce réglage avec deux autres échantillons.

- a) Les combinaisons de bornes exposées d'un **bloc de batteries amovible** sont court-circuitées de façon à produire le pire résultat possible. Les bornes des blocs de **batteries** pouvant être contactés à l'aide de la sonde d'essai B de la CEI 61032:1997 ou de la sonde d'essai 13 de la CEI 61032:1997 sont considérées comme exposées. Les moyens de court-circuiter doivent être sélectionnés ou positionnés de sorte que la carbonisation ou l'inflammation de la gaze ou du papier mousseline ne soit pas influencée.
- b) Les bornes de chaque moteur sont court-circuitées une par une.
- c) Les rotors de chaque moteur sont verrouillés un par un.
- d) Un cordon installé entre le **bloc de batteries démontable** et l'outil doit être court-circuité au point susceptible de produire les effets les plus défavorables.
- e) Un cordon installé entre l'outil et le **chargeur** doit être court-circuité au point susceptible de produire les effets les plus défavorables.
- f) Un court-circuit est introduit entre deux parties non isolées quelconques de polarité opposée non conformes aux espaces donnés en K.28 à moins que cela n'ait été évalué en 18.6. Une analyse de circuit peut être utilisée pour déterminer si un court-circuit doit ou ne doit pas être appliqué. L'essai n'est pas effectué sur les parties non isolées qui sont encapsulées.

K.18.2 à K.18.5 Ces paragraphes ne sont pas applicables.

K.18.8 Ce paragraphe ne s'applique pas aux **systèmes de charge** lithium-ion, car ils sont couverts par K.18.201.

K.18.8.3 à K.18.8.6 Ces paragraphes ne sont pas applicables.

K.18.201 Systèmes de charge lithium-ion – conditions anormales

Ce paragraphe ne s'applique qu'aux **batteries** lithium-ion.

Le **système de charge** et la **batterie** d'un système lithium-ion doivent être conçus de sorte qu'un risque de **feu** et d'**explosion** suite à une opération anormale au cours du chargement est évité autant que possible.

La conformité est vérifiée par l'essai suivant.

Un échantillon contenant la **batterie** et les assemblages associés du **système de charge** sont placés sur une surface en bois tendre recouverte de deux couches de papier mousseline; l'échantillon est couvert par une couche de gaze médicale 100 % coton non traité. Le **système de batterie** fonctionne comme spécifié en K.8.14.2 e) 1) avec toutes les catégories des conditions anormales énumérées ci-dessous de a) à d).

- a) Les composants du **système de charge** sont soumis aux conditions de défaut de 18.6.1 b) à f), un par un, si le résultat d'un tel défaut est incertain après analyse. Pour chaque condition de défaut introduite, l'état de la **batterie** avant le chargement est le suivant:
 - une **batterie** configurée en série doit présenter un déséquilibre volontaire. Le déséquilibre est introduit dans une **batterie complètement déchargée** en chargeant un **élément** à environ 50 % de la charge complète; ou
 - si l'essai de K.12.201 est effectué avec un déséquilibre inférieur à 50 %, une **batterie** configurée en série doit présenter un déséquilibre volontaire comme établi en K.12.201; ou
 - un seul **élément** ou une **batterie** configurée uniquement en parallèle doit être **complètement déchargé(e)**.
- b) Si l'essai de K.12.201 est effectué avec un déséquilibre inférieur à 50 % en raison de la fonction du ou des circuits, et si un seul défaut d'un composant dans le(s) circuit(s) a pour résultat la perte de cette fonction, alors une **batterie** configurée en série doit être chargée avec un déséquilibre volontaire. Le déséquilibre est introduit dans une **batterie complètement déchargée** en chargeant un **élément** à environ 50 % de la charge complète.
- c) Pour une **batterie** configurée en série, tous les **éléments** sont chargés à environ 50 %, sauf un qui est court-circuité. La **batterie** est ensuite chargée.
- d) Avec une **batterie complètement chargée** connectée au **chargeur**, un court-circuit est introduit dans le **système de charge** par un composant ou entre des pistes adjacentes de circuit imprimé à un emplacement prévu pour produire les résultats les plus défavorables pour évaluer l'effet de retour de bande de la **batterie**. Pour un **chargeur** dont le câble se connecte à la **batterie**, le court-circuit doit être introduit au point susceptible de produire les effets les plus défavorables. La résistance du court-circuit ne doit pas dépasser 10 mΩ.

Au cours des essais, la tension de chaque **élément** est contrôlée en continu pour déterminer si elle a dépassé la condition limite. L'**évacuation** des **éléments** est autorisée.

L'essai est effectué jusqu'à une défaillance de l'échantillon soumis à l'essai, ou jusqu'à ce qu'il revienne à plus ou moins 5 K de la température ambiante ou, si aucune de ces situations ne se produit, pendant au moins 7 h ou l'équivalent de deux fois la période normale de charge, selon la durée la plus longue.

Les essais sont considérés comme satisfaisants si les propositions suivantes se vérifient:

- Aucune **explosion** ne s'est produite au cours de l'essai.
- Aucune carbonisation ou combustion de la gaze ou du papier mousseline ne s'est produite. La carbonisation est définie comme un noircissement de la gaze causé par la combustion. Une décoloration de la gaze causée par la fumée est acceptable. Carboniser ou allumer le papier mousseline ou la gaze par le moyen de court-circuitage n'est pas considéré comme une défaillance.
- Les **éléments** ne doivent pas dépasser la **limite supérieure de tension de charge** de plus de 150 mV; s'ils l'ont dépassée, alors le **système de charge** doit être désactivé de façon permanente par le rechargement de la **batterie**. Pour déterminer si le rechargement est

désactivé, la **batterie** doit être déchargée à l'aide de l'outil soumis à l'essai (dans le cas d'un système non amovible) ou d'un nouvel échantillon de l'outil (dans le cas d'un **système de batterie amovible**) à environ 50 % de la charge, puis on essaie de recharger la **batterie** normalement. Il ne doit pas y avoir de courant de charge après 10 min ou après que 25 % de la capacité nominale a été livrée, selon ce qui se produit en premier.

- L'évacuation des **éléments** ne doit pas être endommagée afin de ne pas compromettre la conformité à K.21.202.

K.18.202 Court-circuit de batterie lithium-ion

Ce paragraphe ne s'applique qu'aux **batteries** lithium-ion.

Il ne doit pas y avoir de risque de **feu** ou d'**explosion** lorsque les connexions au réseau de décharge d'une **batterie non amovible**, d'un **bloc de batteries amovible** ou d'un **bloc de batteries démontable** configurés en série sont court-circuitées dans des conditions de déséquilibre extrême.

La conformité est vérifiée par l'essai suivant.

L'essai est effectué avec tous les **éléments** de la **batterie complètement chargée** et un **élément complètement déchargé**.

Un **bloc de batteries amovible** ou un **bloc de batteries démontable** est placé sur une surface en bois tendre recouverte de deux couches de papier mousseline et l'échantillon est ensuite couvert par une couche de gaze médicale 100 % coton non traité.

Un outil contenant une **batterie non amovible** est placé sur une surface en bois tendre recouverte de deux couches de papier mousseline et l'échantillon est ensuite couvert par une couche de gaze médicale 100 % coton non traité.

Les connexions au réseau de décharge de la **batterie** sont court-circuitées avec une résistance ne dépassant pas 10 mΩ. L'essai est effectué jusqu'à la défaillance de l'échantillon d'essai ou jusqu'à ce que l'échantillon d'essai revienne à plus ou moins 5 K de la température ambiante. Il ne doit pas y avoir d'**explosion** pendant ou après l'essai. À la suite de l'essai, il ne doit y avoir aucune carbonisation ou combustion de la gaze ou du papier mousseline. L'**évacuation** des **éléments** est autorisée.

La carbonisation est définie comme un noircissement de la gaze causé par la combustion. Une décoloration de la gaze causée par la fumée est acceptable. Carboniser ou allumer le papier mousseline ou la gaze par le moyen de court-circuitage n'est pas considéré comme une défaillance.

Les fusibles, les **coupe-circuits thermiques**, les **protecteurs thermiques**, les **limiteurs de température**, les dispositifs électroniques ou le(s) composant(s) ou le(s) conducteur(s) qui interrompent le courant de décharge peuvent fonctionner pendant les essais ci-dessus. Si ces dispositifs sont utilisés pour satisfaire à l'essai, l'essai est à répéter deux fois de plus, à l'aide de deux échantillons supplémentaires, et doit ouvrir le circuit de la même manière, à moins que l'essai ne soit satisfait autrement. En variante, l'essai peut être répété avec le dispositif en circuit ouvert ponté.

Cependant, les **circuits électroniques** de protection dont la fonction est utilisée pour satisfaire à un essai doivent être considérés comme assurant une **fonction critique pour la sécurité** et satisfaire à 18.8 avec un PL = a. Si un **limiteur de température** réglable par l'utilisateur fonctionne, l'essai est effectué avec le **limiteur de température** réglé de la façon la plus défavorable puis répété avec ce réglage avec deux autres échantillons.

K.18.203 Batteries autres que lithium-ion – surcharge

Les **batteries** constituées d'**éléments** autres que les éléments du type lithium-ion doivent résister à une surcharge défavorable sans risque de **feu** ou d'**explosion**.

La conformité est vérifiée par l'essai suivant.

La **batterie** est placée sur une surface en bois tendre recouverte de deux couches de papier mousseline et l'échantillon est ensuite couvert par une couche de gaze médicale 100 % coton non traité et chargé à un taux de 10 fois le **taux C₅** pour **batterie** pendant 1,25 h. Il ne doit y avoir aucune **explosion** ni carbonisation ou combustion de la gaze ou du papier mousseline. La carbonisation est définie comme un noircissement de la gaze causé par la combustion. Une décoloration de la gaze causée par la fumée est acceptable. L'**évacuation** des **éléments** est autorisée.

K.19 Dangers mécaniques

K.19.6 Pour tous les outils pour lesquels la partie applicable de la CEI 62841-2, de la CEI 62841-3 ou de la CEI 62841-4 exige que la **vitesse assignée à vide** soit indiquée sur l'outil, la vitesse à vide de l'arbre à la **tension assignée** ne doit pas dépasser 110 % de la **vitesse assignée à vide**.

La conformité est vérifiée par l'essai suivant.

*L'outil est alimenté à vide pendant 5 min. Immédiatement après, la **batterie** est remplacée par une **batterie complètement chargée**. La vitesse de l'arbre est ensuite mesurée après que l'outil a fonctionné pendant 1 min à vide.*

K.19.201 Il ne doit pas être possible d'installer un **bloc de batteries amovible** ou un **bloc de batteries démontable** en polarité inversée.

La conformité est vérifiée par examen.

K.19.202 Essai de pression d'enveloppe lithium-ion

Ce paragraphe ne s'applique qu'aux **batteries** lithium-ion.

Une enveloppe pour **batteries** lithium-ion doit être conçue de sorte qu'elle libère en toute sécurité les gaz pouvant être générés par l'**évacuation**.

La conformité est vérifiée par des mesures dans le cas de a) ou par l'essai de b):

- a) *la surface totale des ouvertures dans l'enveloppe libérant les gaz sans obstruction doit être supérieure ou égale à 20 mm²; ou*
- b) *l'enveloppe doit être soumise à l'essai comme suit.*

*Un total de 21 ml ± 10 % d'air doit être livré à une pression initiale de 2 070 kPa ± 10 % par un orifice d'un diamètre de (2,87 ± 0,05) mm vers l'enveloppe d'un outil avec **batterie non amovible** ou l'enveloppe d'un **bloc de batteries amovible** ou d'un **bloc de batteries démontable**. La pression dans l'enveloppe doit chuter en-dessous de 70 kPa en 30 s. Il ne doit y avoir aucune rupture susceptible d'empêcher l'enveloppe de satisfaire aux exigences de la présente Norme. L'ajout d'un volume supplémentaire inférieur à 3 ml au volume de l'enveloppe est autorisé si cela est exigé pour les réglages de l'essai.*

K.20 Résistance mécanique

K.20.1 Les outils fonctionnant sur batteries et les blocs de **batteries** doivent avoir une résistance mécanique appropriée et doivent être construits de manière à résister aux manipulations brutales auxquelles on peut s'attendre.

La conformité est vérifiée par les essais de 20.2 et K.20.3.1 et K.20.3.2.

*À l'issue de l'essai, l'outil et le bloc de **batteries** ne doivent pas prendre feu ni exploser et doivent satisfaire aux exigences de K.9, K.19 et soit K.18.1 f) soit K.28.1.*

*De plus, pour les **batteries** lithium-ion, après l'essai de K.20.3.1 ou de K.20.3.2, les points suivants s'appliquent:*

- la tension en circuit ouvert de la **batterie** ne doit pas être inférieure à 90 % de la tension mesurée immédiatement avant l'essai;*
- la **batterie** doit se décharger et se recharger normalement après l'essai;*
- l'évacuation des **éléments** ne doit pas être endommagée afin de ne pas compromettre la conformité à K.21.202.*

K.20.3.1 *Un outil portatif fonctionnant sur batteries auquel est fixé un **bloc de batteries amovible** est laissé tomber trois fois d'une hauteur de 1 m sur une surface en béton. Pour ces trois chutes, l'échantillon est soumis à l'essai dans les trois positions les plus défavorables, le bas de l'outil se trouvant à 1 m au-dessus de la surface en béton. Au cours de l'essai, les **accessoires** démontables ne sont pas montés.*

*Pour les outils fonctionnant sur batteries avec **blocs de batteries amovibles**, l'essai est répété trois fois supplémentaires sans que le bloc de **batteries** soit fixé à l'outil. De nouveaux échantillons peuvent être utilisés pour chaque série de trois chutes. Au cours de l'essai, les **accessoires** démontables ne sont pas montés.*

*De plus, pour les **blocs de batteries amovibles** ou **démontables**, l'essai est répété trois fois supplémentaires sur les blocs de **batteries** séparément.*

*Si les **fixations** sont équipées comme spécifié et montées selon 8.14.2, l'essai est répété avec chaque **fixation** ou combinaison de **fixations** montée sur un échantillon d'outil séparé avec un **bloc de batteries amovible** ou un **bloc de batteries démontable** installé.*

K.20.3.2 *Un **outil portable** fonctionnant sur **batteries** avec un **bloc de batteries amovible** attaché, placé en position de fonctionnement normal, est touché avec une sphère en acier lisse d'un diamètre de (50 ± 2) mm et pesant $(0,55 \pm 0,03)$ kg. Si une partie de l'outil peut être touchée par en haut, la sphère est lâchée d'une position de repos pour frapper le composant. Sinon, la sphère est suspendue par un câble et laissée tomber d'une position de repos à la façon d'un pendule pour frapper la surface de l'outil à soumettre à l'essai. Dans les deux cas, la course verticale de la sphère est $(1,3 \pm 0,1)$ m.*

*Un **protecteur** qui est démonté est acceptable, s'il peut être remonté facilement et si ensuite il fonctionne correctement.*

*La déformation d'un **protecteur** ou d'une autre partie est acceptable, si la partie peut retrouver facilement sa forme originale.*

*Une détérioration de l'outil ou d'une portion du système d'entraînement, autre qu'un **protecteur** est acceptable, si l'outil ne peut plus avoir un **fonctionnement normal**.*

*En plus des **blocs de batteries amovibles** ou des **blocs de batteries démontables** avec une masse supérieure ou égale à 3 kg l'essai est répété sur des blocs de **batteries** séparément.*

En plus des **blocs de batteries amovibles** ou des **blocs de batteries démontables** avec une masse inférieure à 3 kg, le bloc de **batteries** doit résister à trois chutes sur une surface en béton d'une hauteur de 1 m. L'échantillon doit être positionné de façon à varier le point d'impact.

K.20.4 Ce paragraphe n'est pas applicable.

K.21 Construction

K.21.5 Ce paragraphe n'est pas applicable.

K.21.6 Ce paragraphe n'est pas applicable.

K.21.7 à K.21.15 Ces paragraphes ne sont pas applicables.

K.21.17.1.2 *Modification:*

Le nombre de cycles est de 6 000.

K.21.21 Ce paragraphe n'est pas applicable.

K.21.25 à K.21.29 Ces paragraphes ne sont pas applicables.

K.21.31 à K.21.34 Ces paragraphes ne sont pas applicables.

K.21.201 Les outils ne doivent pas facilement accepter les **batteries à usage général** (piles ou accumulateurs) comme source d'énergie pour leur fonction principale.

La conformité est vérifiée par examen.

K.21.202 L'évacuation des **éléments** lithium-ion ne doit pas être obstruée de façon à empêcher leur fonctionnement si l'**évacuation** est utilisée pour la sécurité.

*La conformité est vérifiée par examen ou, en cas de doute, en examinant les **éléments** après les essais en fonctionnement anormal de K.18.1 a), b) et c) de façon à assurer que les **éléments** ne sont pas évacués autrement que par l'**évacuation** des éléments.*

K.21.203 Les interfaces accessibles à l'utilisateur entre des parties d'un **système de batterie** lithium-ion ne doivent pas utiliser de prises mobiles de connecteur des types suivants:

- prises mobiles de connecteur de socle réseau normalisé, sauf pour les connexions d'alimentation sur secteur;
- prises mobiles de connecteur à fût de diamètre extérieur inférieur ou égal à 6,5 mm;
- contacts enfichables de diamètre extérieur inférieur ou égal à 3,5 mm.

La conformité est vérifiée par examen.

K.22 Conducteurs internes

K.22.2 Ce paragraphe est applicable uniquement aux **tensions dangereuses**.

K.22.3 Ce paragraphe n'est pas applicable.

K.22.6 *Remplacement du dernier alinéa:*

Après l'essai, l'outil doit être conforme à K.9.

K.23 Composants

K.23.1.2 Ce paragraphe n'est pas applicable.

K.23.1.9 Ce paragraphe n'est pas applicable.

K.23.1.10 Les **interrupteurs de puissance** doivent avoir un pouvoir de coupure approprié.

*La conformité est vérifiée en soumettant un interrupteur à 50 cycles de manœuvres de fermeture et de coupure du courant du mécanisme de sortie bloqué de l'outil fonctionnant sur batterie **complètement chargée**. Chaque période "marche" a une durée inférieure à 0,5 s et chaque période "arrêt" a une durée d'au moins 10 s.*

*A l'issue de cet essai, l'**interrupteur de puissance** ne doit subir aucune défaillance électrique ou mécanique. Si l'interrupteur fonctionne correctement en position "marche" ou "arrêt" à la fin de l'essai, on considère qu'il n'y a ni défaillance mécanique ni défaillance électrique.*

K.23.1.10.1 à K.23.1.10.3 Ces paragraphes ne sont pas applicables.

K.23.1.201 Les **interrupteurs de puissance** doivent résister, sans usure excessive ni autre effet nuisible, aux contraintes mécaniques, électriques et thermiques qui se produisent dans l'outil.

*La conformité est vérifiée en soumettant un interrupteur à 6 000 cycles de fermeture et de coupure du courant, l'outil fonctionnant sur batteries étant **complètement chargé** et fonctionnant à vide. On fait fonctionner l'interrupteur à un rythme uniforme de 30 manœuvres à la minute. Au cours de l'essai, l'interrupteur doit fonctionner correctement. À l'issue de cet essai, l'**interrupteur de puissance** ne doit subir aucune défaillance électrique ou mécanique. Si l'interrupteur fonctionne correctement en position "marche" ou "arrêt" à la fin de l'essai, on considère qu'il n'y a ni défaillance mécanique ni défaillance électrique.*

K.23.5 Ce paragraphe n'est pas applicable.

K.23.201 Les **éléments** utilisés dans les outils ou les **éléments** utilisés dans les blocs de **batteries** doivent être conformes à la CEI 62133.

NOTE Les exigences ci-dessus relatives aux essais conformément à la CEI 62133 ne comprennent pas le bloc de **batteries**.

K.23.202 Les **éléments** rechargeables utilisés dans les outils ou dans les blocs de **batteries** ne doivent pas être du type lithium-métal.

La conformité est vérifiée par examen.

NOTE Les **éléments** lithium-ion ne sont pas des **éléments** lithium-métal.

K.24 Raccordement au réseau et câbles souples extérieurs

Cet article n'est pas applicable avec l'exception suivante:

K.24.201 Pour les outils fonctionnant sur batteries avec **blocs de batteries démontables**, le câble ou cordon souple extérieur doit posséder des dispositifs d'arrêt tels que les conducteurs soient préservés des contraintes, y compris la torsion, lorsqu'ils sont connectés à l'intérieur de l'outil et protégés contre l'abrasion.

La conformité est vérifiée par examen.

K.25 Bornes pour conducteurs externes

Cet article n'est pas applicable.

K.26 Dispositions de mise à la terre

Cet article n'est pas applicable.

K.27 Vis et connexions

K.27.1 Ce paragraphe s'applique, sauf: le sixième alinéa et sa note, qui font référence aux raccordements à la terre, ne s'appliquent pas.

K.28 Lignes de fuite, distances d'isolement et distances à travers l'isolation

K.28.1 Les **lignes de fuite** et les **distances d'isolement** ne doivent pas être inférieures aux valeurs en millimètres indiquées au Tableau K.1. Les **distances d'isolement** spécifiées ne s'appliquent pas à l'espace entre les contacts des dispositifs de commande thermiques, des dispositifs de protection contre les surcharges, des interrupteurs à microcoupure et analogues ni à l'espace entre les éléments parcourus par le courant de tels dispositifs pour lesquels les **distances d'isolement** varient avec le déplacement des contacts. Les **lignes de fuite** et les **distances d'isolement** ne s'appliquent pas non plus à la construction des **éléments de batteries** ou des interconnexions entre les **éléments** à l'intérieur d'un bloc de **batteries**. Les valeurs spécifiées au Tableau K.1 ne s'appliquent pas aux points de convergence des enroulements de moteur.

Les valeurs du Tableau K1 sont supérieures ou égales aux valeurs exigées par la CEI 60664-1 en cas d'application

- d'une catégorie de surtension II;
- d'un groupe de matériau III;
- d'un degré de pollution 1 pour les parties protégées contre la pollution et pour les enroulements vernis ou émaillés;
- d'un degré de pollution 3 pour les autres parties;
- d'un champ électrique hétérogène.

Pour les parties de polarité différente, les **distances d'isolement** et les **lignes de fuite** inférieures à celles données au Tableau K.1 sont acceptables si le court-circuit de deux parties ne déclenche pas le démarrage de l'outil.

NOTE 1 Le risque de feu dû aux espaces inférieurs aux valeurs exigées est couvert par les exigences de 18.1.

Tableau K.1 – Lignes de fuite et distances d'isolement minimales entre parties de polarité opposée

Dimensions en millimètres

Tension de service ≤ 15 V		Tension de service > 15 V et ≤ 32 V		Tension de service > 32 V	
Ligne de fuite	Distance d'isolement	Ligne de fuite	Distance d'isolement	Ligne de fuite	Distance d'isolement
0,8 ^a	0,8	1,5	1,5	2,0 ^a	1,5
^a Ces lignes de fuite sont légèrement inférieures à celles suggérées par la CEI 60664-1. Les lignes de fuite entre les parties actives de polarité différente (isolation fonctionnelle) ne sont associées qu'en cas de danger d'incendie, et non en cas de danger de choc électrique. Comme les produits du domaine d'application de la CEI 62841 sont des produits supervisés en utilisation normale , de plus faibles distances sont justifiées.					

Pour les parties présentant une **tension dangereuse** entre elles, la somme totale des distances mesurées entre chacune de ces parties et leur surface accessible la plus proche ne doit pas être inférieure à 1,5 mm pour la **distance d'isolement** et 2,0 mm pour la **ligne de fuite**.

NOTE 2 La Figure K.1 illustre la méthode de mesure.

La conformité est vérifiée par des mesures.

*La façon de mesurer les **lignes de fuite** et **distances d'isolement** est décrite à l'Annexe A.*

Les distances à travers les fentes ou ouvertures dans les parties extérieures en matériau isolant sont mesurées par rapport à une feuille métallique appliquée sur la surface accessible; la feuille est poussée dans les coins et endroits analogues au moyen de la sonde d'essai B normalisée de la CEI 61032:1997, mais elle n'est pas pressée dans les ouvertures.

*La somme totale des distances mesurées entre les parties fonctionnant sous une **tension dangereuse** et les surfaces accessibles est déterminée en mesurant la distance entre chaque partie et la surface accessible. Les distances sont à ajouter pour déterminer la somme totale. Voir la Figure K.1. Pour les besoins de cette détermination, une des distances doit être égale à 1,0 mm ou avoir une valeur supérieure. Voir l'Annexe A, cas 1 à 10.*

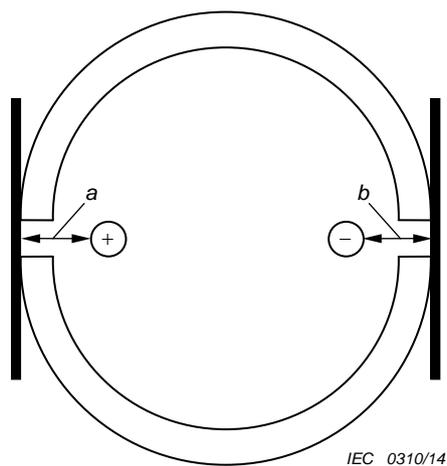
*Si nécessaire, une force est appliquée en tout point des conducteurs nus et à l'extérieur des enveloppes métalliques afin d'essayer de réduire les **lignes de fuite** et les **distances d'isolement** pendant qu'on les mesure.*

La force est appliquée au moyen de la sonde d'essai B de la CEI 61032:1997 avec une valeur de:

- 2 N pour les conducteurs nus;
- 30 N pour les enveloppes.

Les moyens prévus pour fixer l'outil sont considérés comme étant accessibles.

K.28.2 Ce paragraphe n'est pas applicable.



Dimension a = distance entre la partie conductrice nue positive et la surface extérieure telle qu'elle est définie par la feuille placée sur les ouvertures.

Dimension b = distance entre la partie conductrice nue négative et la surface extérieure telle qu'elle est définie par la feuille placée sur les ouvertures.

$a + b$ est la somme totale telle qu'elle est définie en K.28.1.

Figure K.1 – Mesure des distances d'isolement

Annexe L (normative)

Outils fonctionnant sur batteries et blocs de batteries équipés d'une connexion avec le réseau ou avec des sources non isolées

L.1 Domaine d'application

La présente Annexe s'applique aux outils à moteur alimentés par des batteries rechargeables ou à entraînement magnétique:

- **outils portatifs** (CEI 62841-2);
- **outils portables** (CEI 62841-3);
- **machines pour jardins et pelouses** (CEI 62841-4);

et les blocs de **batteries** pour de tels outils ou machines qui fonctionnent aussi et/ou sont chargés directement sur le secteur ou une **source non-isolée**, y compris les outils équipés de **chargeurs** à batterie non amovible. Les catégories énumérées ci-dessus sont appelées ci-après "outils" ou "machines".

Les **tensions assignées** maximales pour les outils sont de 250 V pour le réseau en courant alternatif monophasé ou en courant continu et de 75 V pour la source en courant continu de la **batterie**. La **tension assignée** maximale des blocs de **batteries** est de 75 V en courant continu.

Les blocs de **batteries** pour outils couverts par cette annexe qui sont destinés à être chargés par un **chargeur** non isolé doivent être évalués selon la présente annexe et la présente Norme. Lorsqu'on évalue un bloc de **batteries** du point de vue de la protection contre les chocs électriques, des **lignes de fuite**, des **distances d'isolement** et des distances à travers l'isolation, le bloc de **batteries** doit être adapté au **chargeur** prévu.

Les blocs de **batteries** des outils électriques étant soumis à différentes méthodes d'utilisation (telles que l'utilisation intensive, les courants de haute charge et de décharge), leur sécurité peut être évaluée uniquement à l'aide de la présente annexe et non des autres normes relatives aux blocs de **batteries**, telles que la CEI 62133, sauf spécification contraire dans la présente annexe. Toutes les exigences applicables de la CEI 62133 sont couvertes par la présente Annexe.

Lors de l'évaluation du risque de **feu** associé aux **blocs de batteries amovibles**, il a été tenu compte du fait que ces blocs de **batteries** sont des sources d'énergie fonctionnant sans surveillance et ont été évalués comme tels dans la présente Norme. Les exigences des autres normes relatives au risque de **feu** associé au chargement de ces **blocs de batteries amovibles** sont donc considérées comme satisfaites.

La présente annexe couvre également les exigences relatives à l'utilisation d'**éléments** lithium-ion utilisés dans les **systèmes de batterie** des outils. Dans le contexte de ces exigences, il est tenu compte de ce qui suit:

- Ces exigences traitent du risque de **feu** ou d'**explosion** de ces **batteries** et non des dangers associés à la toxicité ou aux dangers potentiels associés au transport ou à la mise au rebut.

NOTE 1 La CEI 62281 couvre les aspects de sécurité des batteries lithium-ion au cours du transport.

- Les **systèmes de batterie** couverts par ces exigences ne sont pas destinés à être entretenus par l'utilisateur final.

- Ces exigences ne sont destinées à permettre une évaluation complète d'une **batterie** que si celle-ci est utilisée dans des produits couverts par la présente Norme.
- Ces exigences couvrent la sécurité des **systèmes de batterie** lithium-ion au cours du rangement et de l'utilisation, y compris la décharge et la charge. Ces exigences ne sont pas considérées comme supplémentaires pour le feu et le choc électrique du **chargeur** de batterie.
- Ces exigences font référence aux paramètres qui établissent des conditions d'utilisation en toute sécurité pour les **éléments**; ces paramètres sont exigés. Ils constituent la base des critères d'acceptation pour plusieurs essais indiqués dans la présente Norme. La présente Norme n'évalue pas indépendamment la sécurité des éléments. Ces paramètres, considérés comme un ensemble, représentent la "**Région de Fonctionnement spécifiée**" pour un **élément**. Il peut y avoir plusieurs ensembles de **région(s) de fonctionnement spécifiée(s)**.

La présente annexe n'est pas destinée à s'appliquer aux outils qui utilisent des **batteries d'usage général** installées par l'utilisateur et cette annexe à elle seule n'est pas suffisante pour assurer que tous les dangers concernant ces produits sont pris en compte.

La présente annexe ne s'applique pas à la sécurité des **chargeurs** de batterie. Cependant, la présente annexe couvre le fonctionnement en toute sécurité des **systèmes de batterie** lithium-ion.

NOTE 2 La CEI 60335-2-29 traite de différents **chargeurs**.

Tous les articles de la présente Norme s'appliquent sauf spécification contraire dans la présente annexe. Lorsqu'un article est mentionné dans la présente annexe, ses exigences remplacent celles du corps de la norme, sauf spécification contraire.

L.3 Termes et définitions

Cet article est applicable avec l'exception suivante:

Pour les besoins de la présente annexe, les définitions suivantes supplémentaires s'appliquent:

L.3.201

système de batterie

combinaison d'une **batterie** lithium-ion, du **système de charge**, de l'outil et des interfaces entre eux tels qu'ils sont pendant l'utilisation de l'outil ou pendant le chargement

L.3.202

élément

unité électrochimique fonctionnelle de base contenant un assemblage d'électrodes, d'électrolyte, d'un récipient, de bornes et généralement de séparateurs, qui est une source d'énergie électrique par conversion directe d'énergie chimique

L.3.203

chargeur

tout ou partie du **système de charge** contenu dans une enveloppe séparée. Le **chargeur** comprend au moins des circuits de conversion de puissance. Tous les **systèmes de charge** ne comprennent pas un **chargeur** séparé, comme lorsque l'outil peut être chargé à l'aide d'un **câble d'alimentation** ou peut comprendre une fiche pour la fixation à une embase de secteur

L.3.204

système de charge

combinaison de circuits destinés à charger, à équilibrer et/ou à maintenir l'état de charge d'une **batterie**

L.3.205**taux C_5**

courant, en ampères, auquel un **élément** ou une **batterie** peut être déchargé pendant 5 h jusqu'au point de coupure de la tension spécifié par le fabricant de l'**élément**

L.3.206**bloc de batteries amovible**

batterie qui est à l'intérieur d'une enveloppe séparée de l'outil et qui est destinée à être retirée de l'outil pour le chargement

L.3.207**feu**

émission de flammes d'une **batterie**

L.3.208**complètement chargé (batterie/élément)**

élément ou **batterie** chargé(e) au maximum autorisé par le **système de charge de batterie** destiné à être utilisé avec l'outil

L.3.209**complètement déchargé (batterie/élément)**

batterie ou **élément** qui a été déchargé(e) au **taux C_5** jusqu'à l'apparition d'une des conditions suivantes: la décharge prend fin car le circuit de protection ou la **batterie** (ou l'**élément**) atteint une tension totale avec une tension moyenne par élément égale à la tension finale pour la chimie des éléments utilisée, à moins que le fabricant ne spécifie une tension finale différente

Note 1 à l'article: Les tensions finales pour les chimies d'éléments communes sont indiquées en L.5.210.

L.3.210**usage général (batterie/élément)**

batteries et **éléments** disponibles auprès de plusieurs fabricants, dans différents points de vente destinés à différents produits du fabricant

Note 1 à l'article: Les **batteries** 12 V d'automobile et les **éléments** alcalins AA, C et D sont des exemples de batterie/élément à **usage général**.

L.3.211**tension dangereuse**

tension entre les parties ayant une valeur moyenne supérieure à 60 V en courant continu ou supérieure à 42,4 V en valeur de crête lorsque l'ondulation crête à crête dépasse 10 % de la valeur moyenne

L.3.212**batterie non amovible**

batterie qui est placée à l'intérieur de l'outil et qui n'est pas retirée de celui-ci pour le chargement

Note 1 à l'article: Une **batterie** qu'il faut retirer de l'outil uniquement pour sa mise au rebut ou son recyclage est considérée comme une **batterie non amovible**.

L.3.213**courant de charge maximal**

courant le plus élevé qu'un **élément** lithium-ion est autorisé à transmettre pendant la charge pour une plage spécifiée de température, comme spécifié par le fabricant de l'**élément** et évalué conformément à la CEI 62133

L.3.214**bloc de batteries démontable**

batterie qui est à l'intérieur d'une enveloppe séparée de l'outil et qui est raccordée à l'outil par un cordon

L.3.215**région de fonctionnement spécifiée**

plage d'opérations autorisées des **éléments** lithium-ion, exprimée par les limites des paramètres de l'**élément**

L.3.215.1**région de fonctionnement spécifiée pour le chargement**

conditions relatives à la tension et au courant au cours du chargement pendant lequel l'**élément** lithium-ion est autorisé à fonctionner comme spécifié par le fabricant de l'**élément** et évalué conformément à la CEI 62133

L.3.216**limite supérieure de tension de charge**

tension la plus élevée qu'un **élément** lithium-ion est autorisé à atteindre pendant la charge normale pour une plage spécifiée de température, comme spécifié par le fabricant de l'**élément** et évalué conformément à la CEI 62133

L.3.217**évacuation**

condition se produisant lorsqu'un **élément** relâche une pression interne excédentaire destinée à empêcher une **explosion**

L.5 Conditions générales d'essai**L.5.2** *Addition:*

*L'accumulation de contraintes résultant d'essais successifs sur la **batterie** est à éviter. D'autres échantillons peuvent être utilisés si nécessaire.*

L.5.7.2 Sauf spécification contraire, les essais à effectuer sous la **tension assignée** sont effectués avec la **batterie complètement chargée**.

L.5.201 *Lorsqu'on mesure la tension, la valeur de crête de toute ondulation superposée supérieure à 10 % de la valeur moyenne doit être incluse. Les tensions transitoires sont ignorées, comme une augmentation temporaire de la tension, par exemple après avoir retiré le bloc de **batteries** du **chargeur**.*

L.5.202 *Les mesures des tensions des **éléments** au cours des essais des systèmes lithium-ion doivent être effectuées à l'aide d'un filtre passe-bas résistif-capacitif unipolaire avec une fréquence de coupure de 5 KHz ± 500 Hz. Si les limites de la tension de charge ont été dépassées, la valeur de crête de la tension mesurée après ce réseau doit être utilisée. La mesure doit avoir une tolérance de mesure de ± 1 %.*

L.5.203 *Certains essais peuvent avoir pour résultat un **feu** ou une **explosion**. Il est donc important que le personnel soit protégé des volées d'éclats, de la force explosive, des soudaines émissions thermiques, des brûlures chimiques, de la lumière et du bruit de forte intensité pouvant se produire lors de telles **explosions**. Il faut que la zone d'essai soit bien ventilée pour protéger le personnel des fumées ou des gaz potentiellement nuisibles.*

L.5.204 *Sauf spécification contraire, toutes les **batteries** doivent être entièrement conditionnées de la façon suivante: Les **batteries** doivent être **complètement déchargées***

puis chargées conformément aux instructions du fabricant. La séquence doit être répétée une nouvelle fois avec un intervalle d'au moins deux heures après chaque décharge.

L.5.205 *Les thermocouples pour les mesures de température de l'**élément** lithium-ion doivent être placés sur la surface extérieure, au milieu du côté le plus long de l'**élément** qui présente la température la plus élevée.*

L.5.206 *Les courants mesurés au cours du chargement de la **batterie** doivent être des courants moyens avec un temps d'intégration de 1 s à 5 s.*

L.5.207 *Sauf spécification contraire, une **batterie complètement chargée** doit être utilisée. Après retrait du **système de charge** et avant de démarrer un essai, la **batterie complètement chargée** doit être laissée au repos pendant une durée comprise entre 2 h et 6 h à une température ambiante de (20 ± 5) °C.*

L.5.208 *Lorsqu'une **batterie** constituée d'un seul **élément** est utilisée, on doit ignorer les instructions de la présente Norme faisant référence à des préparations spéciales de l'**élément** dans une configuration en série.*

L.5.209 *Pour les conceptions de **batterie** comprenant une disposition en série des groupes parallèles d'**éléments**, le groupe doit être considéré comme un seul **élément** pour ces essais qui exigent la modification de la quantité de charge sur un seul **élément** avant d'effectuer l'essai.*

L.5.210 *Les tensions finales pour les chimies d'éléments communes sont:*

- *0,9 V/élément pour les **batteries** au nickel cadmium ou les accumulateurs à hydrure métallique de nickel;*
- *1,75 V/élément pour les **batteries** au plomb-acide;*
- *2,5 V/élément pour les **batteries** lithium-ion, sauf spécification d'une autre tension par le fabricant.*

L.7 Classification

L.7.1 Ce paragraphe s'applique, à l'exception du fait que les **outils de la classe III** ne sont pas pris en compte dans cette annexe.

L.8 Marquage et indications

L.8.1 Les **sources non isolées** qui peuvent alimenter un outil ou les outils qui peuvent être directement alimentés par le secteur doivent porter le marquage suivant:

- la ou les **tensions assignées** ou la ou les **plages assignées de tensions**, en volts;
- le symbole concernant la nature de l'alimentation, sauf si la ou les **fréquences assignées** ou la **plage assignée de fréquences** sont marquées. Le symbole de la nature de l'alimentation doit être placé aussitôt après l'indication de la **tension assignée**;
- la **puissance assignée** en watts ou le **courant assigné** en ampères;
- le symbole de **construction de la classe II**, pour les **outils de la classe II** uniquement.

La conformité est vérifiée par examen.

L.8.3 Les outils et les **blocs de batteries amovibles** ou les **blocs de batteries démontables** doivent porter les marquages correspondant aux informations supplémentaires suivantes:

- le nom commercial et l'adresse du fabricant et, le cas échéant, de son représentant agréé. L'adresse doit être suffisante pour permettre d'établir un contact. Le pays ou l'état, la ville et le code postal (le cas échéant) sont considérés suffisants pour cela;
- désignation de la série ou du type, qui permet l'identification technique du produit. Cette désignation peut s'obtenir par une combinaison de lettres et/ou de chiffres et peut être combinée avec la désignation de l'outil.

NOTE 1 La "désignation de la série ou du type" est également connue sous le nom de numéro de modèle.

Les outils doivent aussi porter les indications supplémentaires suivantes:

- l'année de fabrication et un code de date identifiant au moins le mois de fabrication;
- désignation de l'outil:
la désignation de l'outil peut être obtenue au moyen d'un code constitué d'une combinaison de lettres, de chiffres ou de symboles, à condition que ce code soit explicité par une désignation claire, telle que "perceuse", "raboteuse", etc. dans les instructions fournies avec l'outil;

NOTE 2 Ce code peut donner par exemple "A123-B".

- pour les outils dont les parties sont expédiées séparément pour être assemblées par l'utilisateur final, chaque partie doit porter une indication d'identification distincte sur la partie ou sur l'emballage.

Les **blocs de batteries amovibles** et démontables doivent aussi porter le marquage correspondant aux informations supplémentaires suivantes:

- la capacité indiquée par le fabricant en Ah ou mAh, sur la base de la capacité assignée des éléments déterminée conformément à la CEI 61056-1, à la CEI 61960, à la CEI 61951-1 et à la CEI 61951-2, selon le cas;
- pour les **batteries** alcaline ou les accumulateurs à électrolyte non acide, le type de **batterie** tel que Li-Ion, NiCd et NiMH.

Si des marquages supplémentaires sont utilisés, ils ne doivent pas prêter à confusion.

La conformité est vérifiée par examen.

L.8.4 Les marquages spécifiés en L.8.1, 8.2 et L.8.3 ne doivent pas être portés sur une **partie amovible** de l'outil.

Les indications spécifiées en 8.2 doivent apparaître clairement à l'extérieur de l'outil. Les marquages spécifiés en L.8.3 doivent être visibles après le retrait d'un **bloc de batteries démontable** ou d'un **bloc de batteries amovible**. D'autres indications peuvent être visibles une fois le couvercle retiré, si nécessaire.

Les indications relatives aux interrupteurs et aux dispositifs de commande doivent être placées sur ou à proximité de ces composants. Elles ne doivent pas être placées sur des parties qui peuvent être positionnées ou remises en place de telle façon que le marquage soit erroné.

La conformité est vérifiée par examen.

L.8.14.1.1 Ce paragraphe est applicable avec l'exception suivante:

Le Point 5) Maintenance et entretien est remplacé par le texte suivant:

5) Utilisation des outils fonctionnant sur batteries et précautions d'emploi

- a) **Ne recharger qu'avec le chargeur spécifié par le fabricant.** *Un chargeur qui est adapté à un type de bloc de batteries peut créer un risque de feu lorsqu'il est utilisé avec un autre type de bloc de batteries.*

- b) **N'utiliser les outils électriques qu'avec des blocs de batteries spécifiquement désignés.** *L'utilisation de tout autre bloc de batteries peut créer un risque de blessure et de feu.*
- c) **Lorsqu'un bloc de batteries n'est pas utilisé, le maintenir à l'écart de tout autre objet métallique, par exemple trombones, pièces de monnaie, clés, clous, vis ou autres objets de petite taille qui peuvent donner lieu à une connexion d'une borne à une autre.** *Le court-circuitage des bornes d'une batterie entre elles peut causer des brûlures ou un feu.*
- d) **Dans de mauvaises conditions, du liquide peut être éjecté de la batterie; éviter tout contact. En cas de contact accidentel, nettoyer à l'eau. Si le liquide entre en contact avec les yeux, rechercher en plus une aide médicale. Le liquide éjecté des batteries peut causer des irritations ou des brûlures.**
- e) **Ne pas utiliser un bloc de batteries ou un outil fonctionnant sur batteries qui a été endommagé ou modifié.** *Les batteries endommagées ou modifiées peuvent avoir un comportement imprévisible provoquant un feu, une explosion ou un risque de blessure.*
- f) **Ne pas exposer un bloc de batteries ou un outil fonctionnant sur batteries au feu ou à une température excessive.** *Une exposition au feu ou à une température supérieure à 130 °C peut provoquer une explosion.*

NOTE La température „130 °C“ peut être remplacée par la température „265 °F“.

- g) **Suivre toutes les instructions de charge et ne pas charger le bloc de batteries ou l'outil fonctionnant sur batteries hors de la plage de températures spécifiée dans les instructions.** *Un chargement incorrect ou à des températures hors de la plage spécifiée de températures peut endommager la batterie et augmenter le risque de feu.*

6) Entretien

- a) **Faire entretenir l'outil électrique par un réparateur qualifié utilisant uniquement des pièces de rechange identiques.** *Cela assure le maintien de la sécurité de l'outil électrique.*
- b) **Ne jamais effectuer d'opération d'entretien sur des blocs de batteries endommagés.** *Il convient que l'entretien des blocs de batteries ne soit effectué que par le fabricant ou les fournisseurs de service autorisés.*

L.8.14.2 Ce paragraphe est applicable avec l'exception suivante:

Addition:

- e) Pour les outils fonctionnant sur batteries:
 - 1) Instructions relatives au chargement des **batteries**, informations relatives à la plage de température ambiante pour l'utilisation et le rangement de l'outil et de la **batterie**, et la plage de température ambiante recommandée pour le système de charge en cours de chargement;
 - 2) Pour un outil fonctionnant sur **batteries** destiné à être utilisé avec un **bloc de batteries amovible** ou un **bloc de batteries démontable**: instructions indiquant les blocs de **batteries** adaptés à l'utilisation, telles qu'un numéro de catalogue, un identifiant de série ou instructions équivalentes;
 - 3) Instructions indiquant le **chargeur** approprié pour l'utilisation, telles qu'un numéro de catalogue, un identifiant de série ou instruction équivalente.

NOTE En Europe (EN 62841-1), les exigences supplémentaires suivantes s'appliquent:

pour les outils fonctionnant sur batteries avec **batterie non amovible**: instructions relatives au retrait en toute sécurité de la **batterie non amovible** de l'outil à la fin de la vie de l'outil, et informations relatives au type de **batterie** tel que Li-Ion, NiCd et NiMH.

L.9 Protection contre les chocs électriques

NOTE Le titre de cet article est différent de celui de la norme principale.

Les exigences de 9.1 à 9.4 s'appliquent à toutes les conditions avec l'addition suivante:

Addition:

Les outils couverts par la présente annexe et leurs blocs de **batteries** doivent être construits et placés sous enveloppe de manière à assurer une protection appropriée contre les chocs électriques.

L'article de la Norme s'applique aux outils lorsqu'ils sont connectés au secteur ou qu'ils sont alimentés par une **source non isolée**. Au cours de l'évaluation dans cette condition, les blocs de **batteries** sont à connecter à l'outil de manière normale. L'outil est également évalué avec le bloc de **batteries** retiré si un tel retrait peut être réalisé sans l'aide d'un outil.

L.9.201 Pour les blocs de **batteries** qui peuvent être déconnectés de l'outil et les outils qui fonctionnent avec l'énergie d'une **batterie**, deux parties conductrices ne doivent pas pouvoir être simultanément **accessibles** lorsque la tension entre elles est dangereuse, sauf si elles sont équipées d'une **impédance de protection**.

Dans le cas d'une **impédance de protection**, le courant de court-circuit entre les parties ne doit pas dépasser 2 mA en courant continu ou 0,7 mA valeur de crête en courant alternatif et il ne doit pas y avoir plus de 0,1 μ F de capacité directement entre les parties.

La conformité de l'accessibilité est vérifiée en appliquant la sonde d'essai B de la CEI 61032:1997 sur chaque partie conductrice.

La sonde d'essai B de la CEI 61032:1997 est appliquée avec une force inférieure à 5 N à travers les ouvertures jusqu'à toute profondeur que la sonde d'essai permet d'atteindre et elle est tournée ou pliée avant, pendant et après l'insertion quelle que soit la position.

Si l'ouverture ne permet pas à la sonde d'entrer, une sonde d'essai rigide ayant les dimensions de la sonde d'essai B de la CEI 61032:1997, mais sans aucune articulation, est utilisée, la force sur la sonde est portée à 20 N et l'essai avec la sonde d'essai B articulée de la CEI 61032:1997 est répété.

*Le contact avec la sonde d'essai est déterminé avec toutes les **parties amovibles** retirées et en faisant fonctionner l'outil dans toutes les positions possibles en **utilisation normale**.*

*Les lampes situées derrière les couvercles amovibles ne sont pas retirées, sous réserve que la lampe puisse être mise hors tension au moyen d'une fiche sur laquelle l'utilisateur peut intervenir, d'une déconnexion de **batteries** ou d'un interrupteur.*

L.10 Démarrage

Cet article ne s'applique que lorsque l'outil est dans la configuration où il est directement connecté au secteur ou à une **source non isolée**.

L.11 Puissance et courant

Cet article ne s'applique que lorsque l'outil est dans la configuration où il est directement connecté au secteur ou à une **source non isolée**. Dans le cas des outils qui peuvent charger la **batterie** tout en assurant leur fonction comme prévu, l'essai est effectué en chargeant un bloc de **batteries** préalablement déchargé.

L.12 Échauffements

Cet article ne s'applique que lorsque l'outil est dans la configuration où il est directement connecté au secteur ou à une **source non isolée**. Dans le cas des outils qui peuvent charger la **batterie** tout en assurant leur fonction prévu, ils sont soumis à l'essai avec le **chargeur** connecté et ils sont mis en fonctionnement à vide jusqu'à ce que l'outil cesse de fonctionner, la **batterie** étant déchargée ou jusqu'à obtention de la stabilisation thermique, en fonction de ce qui arrive en premier. L'essai est répété, ce qui permet à la **batterie** de se charger tandis que l'outil n'est pas en fonctionnement.

L.12.201 Chargement normal des systèmes lithium-ion

Le chargement d'une **batterie** lithium-ion dans des conditions normales ne doit pas dépasser la **région de fonctionnement spécifiée pour le chargement** de l'élément.

La conformité est vérifiée par les essais suivants.

*La **batterie** est chargée conformément aux instructions relatives au **système de charge**, la **batterie** étant **complètement déchargée** au début. Les essais sont effectués à une température ambiante de (20 ± 5) °C et*

- *s'il est recommandé d'utiliser l'outil à une température minimale inférieure à 4° C, l'essai est aussi effectué à cette température minimale ${}^0_{-5}$ K;*
- *s'il est recommandé d'utiliser l'outil à une température maximale supérieure à 40° C, l'essai est aussi effectué à cette température maximale ${}^{+5}_{-0}$ K.*

*Pour tous les **éléments** individuels, la tension, la température mesurée selon L.5.205 et le courant de charge sont contrôlés. Dans le cas de configurations parallèles, l'analyse peut être utilisée pour éviter de mesurer les courants de branche individuels. Le résultat ne doit pas dépasser la **région de fonctionnement spécifiée pour le chargement** (par exemple, les limites de tension et de courant en fonction de la température).*

NOTE 1 L'analyse peut par exemple avoir pour résultat: il n'est pas nécessaire de contrôler le courant de charge pour chaque branche de connexion parallèle si le courant maximal livrable du **chargeur** ne dépasse pas le **courant de charge maximal** d'un seul **élément**.

*Pour les **batteries** utilisant des configurations séries, l'essai est répété avec une **batterie** volontairement déséquilibrée. Le déséquilibre est introduit dans une **batterie complètement déchargée** en chargeant un **élément** à environ 50 % de la charge complète.*

*S'il peut être démontré par des essais et/ou une évaluation de la conception qu'un déséquilibre inférieur à 50 % peut réellement se produire en **utilisation normale**, alors un déséquilibre plus faible peut être utilisé.*

NOTE 2 On peut citer comme exemple les conceptions qui utilisent un circuit destiné à maintenir l'équilibre entre les **éléments** dans le bloc de **batteries**. Les systèmes comptant un plus petit nombre d'**éléments** dans une série peuvent présenter un déséquilibre limité en pratique, si le produit ne fonctionne plus avec une **batterie** préparée avec un déséquilibre initial plus faible.

NOTE 3 Un essai peut par exemple charger et décharger plusieurs fois une **batterie** conformément aux instructions du fabricant jusqu'à ce que sa capacité ait diminué à 80 % de la capacité assignée, en utilisant le déséquilibre à la fin de l'essai.

L.13 Résistance à la chaleur et au feu

Cet article est applicable avec l'exception suivante:

L.13.1 Addition:

Ce paragraphe ne s'applique que lorsque l'outil est dans la configuration où il est directement connecté au secteur ou à une **source non isolée**.

Dans le cas des outils qui peuvent charger la **batterie** tout en assurant leur fonction comme prévu, le bloc de **batteries** doit être évalué avec le **chargeur** connecté au secteur et avec une **batterie** dans une condition donnant lieu aux températures les plus défavorables.

De plus, les outils capables de charger la **batterie** et qui peuvent aussi être capables de fonctionner comme prévu doivent également être évalués avec la puissance de la **batterie** uniquement si cela est de nature à générer des températures plus défavorables. Pour les besoins de L.13.1, il ne faut pas considérer comme active une partie qui est alimentée uniquement par une source de **batterie**.

L.13.2 *Addition:*

*Les parties non-métalliques d'un **bloc de batteries amovible** ou **démontable** ou les parties non-métalliques d'un outil qui contient une **batterie non amovible** maintenant des connexions transmettant un courant supérieur à 0,2 A au cours du chargement et les parties non-métalliques à moins de 3 mm de ces connexions, sont soumises à un essai au fil incandescent de la CEI 60695-2-11:2000, effectué à 850 °C.*

Cependant, les essais ne s'appliquent pas aux:

- parties maintenant des connexions et aux parties à moins de 3 mm de ces connexions;*
- parties maintenant des connexions dans des circuits à basse puissance, décrits à l'Annexe H et aux parties à moins de 3 mm de ces connexions;*
- connexions soudées sur des circuits imprimés et aux parties à moins de 3 mm de ces connexions;*
- connexions de petits composants sur des circuits imprimés, tels que les diodes, les transistors, les résistances, les bobines d'inductance, les circuits intégrés et les condensateurs, et aux parties à moins de 3 mm de ces connexions.*

L.14 **Résistance à l'humidité**

Cet article ne s'applique que lorsque l'outil est dans la configuration où il est directement connecté au secteur ou à une **source non isolée**.

L.16 **Protection contre la surcharge des transformateurs et des circuits associés**

Cet article ne s'applique que lorsque l'outil est dans la configuration où il est directement connecté au secteur ou à une **source non isolée**.

L.17 **Endurance**

Cet article s'applique aux outils qui peuvent fonctionner de manière continue lorsqu'ils sont alimentés directement par le secteur ou par une **source non isolée**. Les outils qui ne sont pas capables de fonctionner en continu doivent être mis en fonctionnement en étant alimentés par la puissance de la **batterie** pendant l'essai mais leur rigidité diélectrique doit être évaluée avec le **chargeur** connecté.

L.18 Fonctionnement anormal

Cet article, sauf L.18.8 et L.18.201 à L.18.204, ne s'applique que lorsque l'outil est dans la configuration où il est directement connecté au secteur ou à une **source non isolée**.

L.18.8 Ce paragraphe ne s'applique pas aux **systèmes de charge** lithium-ion, car ils sont couverts par K.18.202.

L.18.201 Tous les outils, lorsqu'ils fonctionnent uniquement en étant alimentés par l'énergie des **batteries** ou de leurs blocs de **batteries** doivent être conçus de manière à ce que le risque de **feu** ou de choc électrique dû à un fonctionnement anormal soit prévenu autant que cela est possible dans la pratique.

La conformité est vérifiée par les essais suivants.

Les conditions anormales a) à f) ci-dessous doivent s'appliquer.

*L'outil fonctionnant sur batteries, le bloc de **batteries** et les câbles de d) et e), le cas échéant, sont placés sur une surface en bois tendre recouverte de deux couches de papier mousseline; l'échantillon est couvert par une couche de gaze médicale 100 % coton non traité. Pour les essais b), c) et f), l'outil est allumé et aucune charge mécanique n'est appliquée. L'essai est effectué jusqu'à la défaillance ou jusqu'à ce que l'échantillon d'essai revienne à plus ou moins 5 K de la température ambiante ou, si aucune de ces situations ne se produit, pendant 3 h. Un nouvel échantillon peut être utilisé pour chaque défaut indiqué ci-dessous. Aucune **explosion** ne doit se produire pendant ou après l'essai. Il doit y avoir une protection adaptée contre les chocs électriques, comme défini en L.9. Aucune carbonisation ou combustion de la gaze ou du papier mousseline ne doit se produire. L'**évacuation** des **éléments** est autorisée.*

La carbonisation est définie comme un noircissement de la gaze causé par la combustion. Une décoloration de la gaze causée par la fumée est acceptable. La résistance pour le court-circuit aux points a), b), d), e) et f) ne doit pas dépasser 10 mΩ. Carboniser ou allumer le papier mousseline ou la gaze par le moyen de court-circuitage n'est pas considéré comme une défaillance.

*Les fusibles, les **coupe-circuits thermiques**, les **protecteurs thermiques**, les **limiteurs de température**, les dispositifs électroniques ou le(s) composant(s) ou le(s) conducteur(s) qui interrompent le courant de décharge peuvent fonctionner pendant les essais ci-dessus. Si ces dispositifs sont utilisés pour satisfaire à l'essai, l'essai est à répéter deux fois de plus, à l'aide de deux échantillons supplémentaires, et doit ouvrir le circuit de la même manière, à moins que l'essai ne soit satisfait autrement. En variante, l'essai peut être répété avec le dispositif en circuit ouvert ponté.*

*Cependant, les **circuits électroniques** de protection dont la fonction est utilisée pour satisfaire à un essai doivent être considérés comme assurant une **fonction critique pour la sécurité** et satisfaire à 18.8 avec un PL = a. Si un **limiteur de température** réglable par l'utilisateur fonctionne, l'essai est effectué avec le **limiteur de température** réglé de la façon la plus défavorable puis répété avec ce réglage avec deux autres échantillons.*

- a) *Les combinaisons de bornes exposées d'un **bloc de batteries amovible** sont court-circuitées de façon à produire le pire résultat possible. Les bornes des blocs de **batteries** pouvant être contactées à l'aide de la sonde d'essai B de la CEI 61032:1997 ou de la sonde d'essai 13 de la CEI 61032:1997 sont considérées comme exposées. Les moyens de court-circuiter doivent être sélectionnés ou positionnés de sorte que la carbonisation ou l'inflammation de la gaze ou du papier mousseline ne soit pas influencée.*
- b) *Les bornes de chaque moteur sont court-circuitées une par une.*
- c) *Les rotors de chaque moteur sont verrouillés un par un.*

- d) Un cordon installé entre le **bloc de batteries démontable** et l'outil doit être court-circuité au point susceptible de produire les effets les plus défavorables.
- e) Un cordon installé entre l'outil et le **chargeur** doit être court-circuité au point susceptible de produire les effets les plus défavorables.
- f) Un court-circuit est introduit entre deux parties non isolées quelconques de polarité opposée non conformes aux espaces donnés en L.28.201, à moins cette évaluation n'ait été réalisée selon 18.6. Une analyse de circuit peut être utilisée pour déterminer si un court-circuit doit ou ne doit pas être appliqué. L'essai n'est pas effectué sur les parties non isolées qui sont encapsulées.

L.18.202 Systèmes de charge lithium-ion – conditions anormales

Ce paragraphe ne s'applique qu'aux **batteries** lithium-ion.

Le **système de charge** et la **batterie** d'un système lithium-ion doivent être conçus de sorte qu'un risque de **feu** et d'**explosion** suite à une opération anormale au cours du chargement est évité autant que possible.

La conformité est vérifiée par l'essai suivant.

Un échantillon contenant la **batterie** et les assemblages associés du **système de charge** sont placés sur une surface en bois tendre recouverte de deux couches de papier mousseline; l'échantillon est couvert par une couche de gaze médicale 100 % coton non traité. Le **système de batterie** fonctionne comme spécifié en L.8.14.2 e) 1) avec toutes les catégories des conditions anormales énumérées ci-dessous de a) à d).

- a) Les composants du **système de charge** sont soumis aux conditions de défaut de 18.6.1 b) à f), un par un, si le résultat d'un tel défaut est incertain après analyse. Pour chaque condition de défaut introduite, l'état de la **batterie** avant le chargement est le suivant:
 - une **batterie** configurée en série doit présenter un déséquilibre volontaire. Le déséquilibre est introduit dans une **batterie complètement déchargée** en chargeant un **élément** à environ 50 % de la charge complète; ou
 - si l'essai de L.12.201 est effectué avec un déséquilibre inférieur à 50 %, une **batterie** configurée en série doit présenter un déséquilibre volontaire comme établi en L.12.201; ou
 - un seul **élément** ou une **batterie** configurée uniquement en parallèle doit être **complètement déchargé(e)**.
- b) Si l'essai de L.12.201 est effectué avec un déséquilibre inférieur à 50 % en raison de la fonction du ou des circuits, et si un seul défaut d'un composant dans le(s) circuit(s) a pour résultat la perte de cette fonction, alors une **batterie** configurée en série doit être chargée avec un déséquilibre volontaire. Le déséquilibre est introduit dans une **batterie complètement déchargée** en chargeant un **élément** à environ 50 % de la charge complète.
- c) Pour une **batterie** configurée en série, tous les **éléments** sont chargés à environ 50 %, sauf un qui est court-circuité. La **batterie** est ensuite chargée.
- d) Avec une **batterie complètement chargée** connectée au **chargeur**, un court-circuit est introduit dans le **système de charge** par un composant ou entre des pistes adjacentes de circuit imprimé à un emplacement prévu pour produire les résultats les plus défavorables pour évaluer l'effet de retour de bande de la **batterie**. Pour un **chargeur** dont le câble se connecte à la **batterie**, le court-circuit doit être introduit au point susceptible de produire les effets les plus défavorables. La résistance du court-circuit ne doit pas dépasser 10 mΩ.

Au cours des essais, la tension de chaque **élément** est contrôlée en continu pour déterminer si elle a dépassé la condition limite. L'**évacuation** des **éléments** est autorisée.

L'essai est effectué jusqu'à une défaillance de l'échantillon soumis à l'essai, ou jusqu'à ce qu'il revienne à plus ou moins 5 K de la température ambiante ou, si aucune de ces situations ne se

produit, pendant au moins 7 h ou l'équivalent de deux fois la période normale de charge, selon la durée la plus longue.

Les essais sont considérés comme satisfaisants si les propositions suivantes se vérifient:

- Aucune **explosion** ne s'est produite au cours de l'essai.*
- Aucune carbonisation ou combustion de la gaze ou du papier mousseline ne s'est produite. La carbonisation est définie comme un noircissement de la gaze causé par la combustion. Une décoloration de la gaze causée par la fumée est acceptable. Carboniser ou allumer le papier mousseline ou la gaze par le moyen de court-circuitage n'est pas considéré comme une défaillance.*
- Les **éléments** ne doivent pas dépasser la **limite supérieure de tension de charge** de plus de 150 mV; s'ils l'ont dépassée, alors le **système de charge** doit être désactivé de façon permanente par le rechargement de la **batterie**. Pour déterminer si le rechargement est désactivé, la **batterie** doit être déchargée à l'aide de l'outil soumis à l'essai (dans le cas d'un système non amovible) ou d'un nouvel échantillon de l'outil (dans le cas d'un **système de batterie amovible**) à environ 50 % de la charge, puis on essaie de recharger la **batterie** normalement. Il ne doit pas y avoir de courant de charge après 10 min ou après que 25 % de la capacité nominale a été livrée, selon ce qui se produit en premier.*
- L'**évacuation** des éléments ne doit pas être endommagée afin de ne pas compromettre la conformité à L.21.202.*

L.18.203 Court-circuit de batterie lithium-ion

Ce paragraphe ne s'applique qu'aux **batteries** lithium-ion.

Il ne doit pas y avoir de risque de **feu** ou d'**explosion** lorsque les connexions au secteur de décharge d'une **batterie non amovible**, d'un **bloc de batteries amovible** ou d'un **bloc de batteries démontable** configurés en série sont court-circuités dans des conditions de déséquilibre extrême.

La conformité est vérifiée par l'essai suivant.

*L'essai est effectué avec tous les **éléments** de la **batterie complètement chargée** et un **élément complètement déchargé**.*

*Un **bloc de batteries amovible** ou un **bloc de batteries démontable** est placé sur une surface en bois tendre recouverte de deux couches de papier mousseline et l'échantillon est ensuite couvert par une couche de gaze médicale 100 % coton non traité.*

*Un outil contenant une **batterie non amovible** est placé sur une surface en bois tendre recouverte de deux couches de papier mousseline et l'échantillon est ensuite couvert par une couche de gaze médicale 100 % coton non traité.*

*Les connexions au secteur de décharge de la **batterie** sont court-circuitées avec une résistance inférieure à 10 mΩ. L'essai est effectué jusqu'à la défaillance de l'échantillon d'essai ou jusqu'à ce que l'échantillon d'essai revienne à plus ou moins 5 K de la température ambiante. Il ne doit pas y avoir d'**explosion** pendant ou après l'essai. A la suite de l'essai, il ne doit y avoir aucune carbonisation ou combustion de la gaze ou du papier mousseline. L'**évacuation** des **éléments** est autorisée.*

La carbonisation est définie comme un noircissement de la gaze causé par la combustion. Une décoloration de la gaze causée par la fumée est acceptable. Carboniser ou allumer le papier mousseline ou la gaze par le moyen de court-circuitage n'est pas considéré comme une défaillance.

Les fusibles, les **coupe-circuits thermiques**, les **protecteurs thermiques**, les **limiteurs de température**, les dispositifs électroniques ou le(s) composant(s) ou le(s) conducteur(s) qui interrompent le courant de décharge peuvent fonctionner pendant les essais ci-dessus. Si ces dispositifs sont utilisés pour satisfaire à l'essai, l'essai est à répéter deux fois de plus, à l'aide de deux échantillons supplémentaires, et doit ouvrir le circuit de la même manière, à moins que l'essai ne soit satisfait autrement. En variante, l'essai peut être répété avec le dispositif en circuit ouvert ponté.

Cependant, les **circuits électroniques** de protection dont la fonction est utilisée pour satisfaire à un essai doivent être considérés comme assurant une **fonction critique pour la sécurité** et satisfaire à 18.8 avec un $PL = a$. Si un **limiteur de température** réglable par l'utilisateur fonctionne, l'essai est effectué avec le **limiteur de température** réglé de la façon la plus défavorable puis répété avec ce réglage avec deux autres échantillons.

L.18.204 Batteries autres que lithium-ion – surcharge

Les **batteries** constituées d'**éléments** autres que les éléments du type lithium-ion doivent résister à une surcharge défavorable sans risque de **feu** ou d'**explosion**.

La conformité est vérifiée par l'essai suivant.

La **batterie** est placée sur une surface en bois tendre recouverte de deux couches de papier mousseline et l'échantillon est ensuite couvert par une couche de gaze médicale 100 % coton non traité et chargé à un taux de 10 fois le **taux C₅** pour **batterie** pendant 1,25 h. Il ne doit y avoir aucune **explosion** ni carbonisation ou combustion de la gaze ou du papier mousseline. La carbonisation est définie comme un noircissement de la gaze causé par la combustion. Une décoloration de la gaze causée par la fumée est acceptable. L'**évacuation** des **éléments** est autorisée.

L.19 Dangers mécaniques

L.19.201 Il ne doit pas être possible d'installer un **bloc de batteries amovible** ou un **bloc de batteries démontable** en polarité inversée.

La conformité est vérifiée par examen.

L.19.202 Essai de pression d'enveloppe lithium-ion

Ce paragraphe ne s'applique qu'aux **batteries** lithium-ion.

Une enveloppe pour **batteries** lithium-ion doit être conçue de sorte qu'elle libère en toute sécurité les gaz pouvant être générés par l'**évacuation**.

La conformité est vérifiée par des mesures dans le cas de a) ou par l'essai de b):

- a) la surface totale des ouvertures dans l'enveloppe libérant les gaz sans obstruction doit être supérieure ou égale à 20 mm²; ou
- b) l'enveloppe doit être soumise à l'essai comme suit.
Un total de 21 ml ± 10 % d'air doit être livré à une pression initiale de 2 070 kPa ± 10 % par un orifice d'un diamètre de (2,87 ± 0,05) mm vers l'enveloppe d'un outil avec **batterie non amovible** ou l'enveloppe d'un **bloc de batteries amovible** ou d'un **bloc de batteries démontable**. La pression dans l'enveloppe doit chuter en-dessous de 70 kPa en 30 s. Il ne doit y avoir aucune rupture susceptible d'empêcher l'enveloppe de satisfaire aux exigences de la présente Norme. L'ajout d'un volume supplémentaire inférieur à 3 ml au volume de l'enveloppe est autorisé si cela est exigé pour les réglages de l'essai.

L.20 Résistance mécanique

Cet article, sauf L.20.201 et L.20.202, ne s'applique que lorsque l'outil est dans la configuration où il est directement connecté au secteur ou à une **source non isolée**.

L.20.201 La **batterie** étant connectée, les outils fonctionnant sur batteries et les blocs de **batteries** doivent avoir une résistance mécanique appropriée et doivent être construits de manière à résister aux manipulations brutales auxquelles on peut s'attendre.

La conformité est vérifiée par les essais de 20.2 et L.20.202.

*À l'issue de l'essai, l'outil et le bloc de **batteries** ne doivent pas prendre feu ni exploser et doivent satisfaire aux exigences de L.9, L.19, L.28.1 et soit L.18.201 f) soit L.28.201.*

*De plus, pour les **batteries** lithium-ion, après l'essai de L.20.202, les points suivants s'appliquent:*

- la tension en circuit ouvert de la **batterie** ne doit pas être inférieure à 90 % de la tension mesurée immédiatement avant l'essai;*
- la **batterie** doit se décharger et se recharger normalement après l'essai;*
- l'évacuation des **éléments** ne doit pas être endommagée afin de ne pas compromettre la conformité à L.21.202.*

L.20.202 Pour les outils portatifs fonctionnant sur batteries, L.20.202.1 s'applique. Pour les outils portables fonctionnant sur batteries, L.20.202.2 s'applique.

L.20.202.1 Un outil portatif fonctionnant sur batteries auquel est fixé un **bloc de batteries amovible** doit résister à trois chutes d'une hauteur de 1 m sur une surface en béton. Pour ces trois chutes, l'échantillon est soumis à l'essai dans les trois positions les plus défavorables, le bas de l'outil se trouvant à 1 m au-dessus de la surface en béton. Au cours de l'essai, les **accessoires** démontables ne sont pas montés.

*Pour les outils fonctionnant sur batteries avec **bloc de batteries amovibles**, l'essai est répété trois fois supplémentaires sans que le bloc soit fixé à l'outil. De nouveaux échantillons peuvent être utilisés pour chaque série de trois chutes. Au cours de l'essai, les **accessoires** démontables ne sont pas montés.*

*De plus, pour les **blocs de batteries amovibles** ou **démontables**, l'essai est répété trois fois supplémentaires sur les blocs de **batteries** séparément.*

*Si les **fixations** sont équipées comme spécifié et montées selon 8.14.2, l'essai est répété avec chaque **fixation** ou combinaison de **fixations** montée sur un échantillon d'outil séparé avec un **bloc de batteries amovible** ou un **bloc de batteries démontable** installé.*

L.20.202.2 Un **outil portable** fonctionnant sur **batteries** avec un **bloc de batteries amovible** attaché, placé en position de fonctionnement normal, est touché avec une sphère en acier lisse d'un diamètre de (50 ± 2) mm et pesant $(0,55 \pm 0,03)$ kg. Si une partie de l'outil peut être touchée par en haut, la sphère est lâchée d'une position de repos pour frapper le composant. Sinon, la sphère est suspendue par un câble et laissée tomber d'une position de repos à la façon d'un pendule pour frapper la surface de l'outil à soumettre à l'essai. Dans les deux cas, la course verticale de la sphère est $(1,3 \pm 0,1)$ m.

*Un **protecteur** qui est démonté est acceptable, s'il peut être remonté facilement et si ensuite il fonctionne correctement.*

La déformation d'un **protecteur** ou d'une autre partie est acceptable, si la partie peut retrouver facilement sa forme originale.

Une détérioration de l'outil ou d'une portion du système d'entraînement, autre qu'un **protecteur** est acceptable, si l'outil ne peut plus avoir un **fonctionnement normal**.

En plus des **blocs de batteries amovibles** ou des **blocs de batteries démontables** avec une masse supérieure ou égale à 3 kg l'essai est répété sur des blocs de **batteries** séparément.

En plus des **blocs de batteries amovibles** ou des **blocs de batteries démontables** avec une masse inférieure à 3 kg, le bloc de **batteries** doit résister à trois chutes sur une surface en béton d'une hauteur de 1 m. L'échantillon doit être positionné de façon à varier le point d'impact.

L.21 Construction

Cet article, sauf L.21.201 et L.21.202, ne s'applique que lorsque l'outil est dans la configuration où il est directement connecté au secteur ou à une **source non isolée**.

L.21.201 Les outils ne doivent pas facilement accepter les **batteries à usage général** (piles ou accumulateurs) comme source d'énergie pour leur fonction principale.

La conformité est vérifiée par examen.

L.21.202 L'évacuation des **éléments** lithium-ion ne doit pas être obstruée de façon à empêcher leur fonctionnement si l'**évacuation** est utilisée pour la sécurité.

*La conformité est vérifiée par examen ou, en cas de doute, en examinant les **éléments** après les essais en fonctionnement anormal de L.18.201 a), b) et c) de façon à assurer que les **éléments** ne sont pas évacués autrement que par l'évacuation des **éléments**.*

L.21.203 Les interfaces accessibles à l'utilisateur entre des parties d'un **système de batterie** lithium-ion ne doivent pas utiliser de prises mobiles de connecteur des types suivants:

- prises mobiles de connecteur de socle réseau normalisé, sauf pour les connexions d'alimentation sur secteur;
- prises mobiles de connecteur à fût de diamètre extérieur inférieur ou égal à 6,5 mm;
- contacts enfichables de diamètre extérieur inférieur ou égal à 3,5 mm.

La conformité est vérifiée par examen.

L.22 Conducteurs internes

Cet article ne s'applique que lorsque l'outil est dans la configuration où il est directement connecté au secteur ou à une **source non isolée**.

L.23 Composants

L.23.1.10 Ce paragraphe s'applique uniquement aux **interrupteurs de puissance** d'outils capables d'effectuer l'opération prévue lorsqu'ils sont connectés au secteur ou à une **source non-isolée**.

L.23.1.10.201 Les **interrupteurs de puissance**, autres que ceux des outils décrits en L.23.1.10, doivent présenter un pouvoir de coupure approprié.

La conformité est vérifiée en soumettant un interrupteur à 50 cycles de manœuvres de fermeture et de coupure du courant du mécanisme de sortie bloqué de l'outil fonctionnant sur batterie **complètement chargée**, chaque période "marche" ayant une durée de 0,5 s au maximum et chaque période "arrêt" une durée d'au moins 10 s.

A l'issue de cet essai, l'**interrupteur de puissance** ne doit subir aucune défaillance électrique ou mécanique. Si l'interrupteur fonctionne correctement en position "marche" ou "arrêt" à la fin de l'essai, on considère qu'il n'y a ni défaillance mécanique ni défaillance électrique.

L.23.1.10.202 Les **interrupteurs de puissance**, autres que ceux des outils décrits en L.23.1.10, doivent résister, sans usure excessive ou autre effet nuisible, aux contraintes mécaniques, électriques et thermiques qui se présentent dans l'outil.

La conformité est vérifiée en soumettant un interrupteur à 6 000 cycles de fermeture et de coupure du courant, l'outil étant **complètement chargé** et fonctionnant à vide. On fait fonctionner l'interrupteur à un rythme uniforme de 30 manœuvres à la minute. Au cours de l'essai, l'interrupteur doit fonctionner correctement. A l'issue de cet essai, l'**interrupteur de puissance** ne doit subir aucune défaillance électrique ou mécanique. Si l'interrupteur fonctionne correctement en position "marche" ou "arrêt" à la fin de l'essai, on considère qu'il n'y a ni défaillance mécanique ni défaillance électrique.

L.23.201 Les **éléments** utilisés dans les outils ou les éléments utilisés dans les blocs de **batteries** doivent être conformes à la CEI 62133.

NOTE Les exigences ci-dessus relatives aux essais conformément à la CEI 62133 ne comprennent pas le bloc de **batteries**.

L.23.202 Les **éléments** rechargeables utilisés dans les outils ou dans les blocs de **batteries** ne doivent pas être du type lithium-métal.

La conformité est vérifiée par examen.

NOTE Les **éléments** lithium-ion ne sont pas des **éléments** lithium-métal.

L.24 Raccordement au réseau et câbles souples extérieurs

L.24.1 Ce paragraphe s'applique également au cordon souple entre une **source non isolée** et l'outil.

L.24.3 Ce paragraphe s'applique également au cordon souple entre une **source non isolée** et l'outil.

L.24.4 Ce paragraphe s'applique, à l'exception du fait qu'un cordon souple installé entre une **source non isolée** et l'outil ne doit pas être équipé d'une fiche pouvant être directement connectée au secteur.

L.24.5 Ce paragraphe ne s'applique pas au cordon souple entre une **source non isolée** et l'outil.

L.24.20 Ce paragraphe s'applique, à l'exception du fait qu'un cordon souple installé entre une **source non isolée** et l'outil ne doit pas être équipé d'un socle de connecteur pouvant être directement connecté au secteur.

L.24.201 Pour les outils fonctionnant sur batteries avec **blocs de batteries démontables**, le câble ou cordon souple extérieur doit posséder des dispositifs d'arrêt tels que les conducteurs soient préservés des contraintes, y compris la torsion, lorsqu'ils sont connectés à l'intérieur de l'outil et protégés contre l'abrasion.

La conformité est vérifiée par examen.

L.25 Bornes pour conducteurs externes

Cet article ne s'applique pas aux **câbles d'interconnexion**.

L.26 Dispositions de mise à la terre

Cet article ne s'applique que lorsque l'outil est dans la configuration où il est directement connecté au secteur ou à une **source non isolée**.

L.28 Lignes de fuite, distances d'isolement et distances à travers l'isolation

Cet article est applicable avec l'exception suivante:

L.28.1 *Addition:*

Ce paragraphe ne s'applique que lorsque l'outil est dans la configuration où il est directement connecté au secteur ou à une **source non isolée**. Au cours de l'évaluation dans cette condition, il faut que les blocs de **batteries** soient connectés à l'outil. L'outil est également évalué avec le bloc de **batteries** retiré si un tel retrait peut être réalisé sans l'aide d'un outil.

Entre les parties de polarité opposée qui sont actives pendant le chargement, les **lignes de fuite** et les **distances d'isolement** de la CEI 60335-1:2010 doivent s'appliquer, si elles sont supérieures aux valeurs du Tableau 12.

L.28.201 Les **lignes de fuite** et les **distances d'isolement** ne doivent pas être inférieures aux valeurs en millimètres indiquées au Tableau L.1. Les **distances d'isolement** spécifiées ne s'appliquent pas à l'espace entre les contacts des dispositifs de commande thermiques, des dispositifs de protection contre les surcharges, des interrupteurs à microcoupure et analogues ni à l'espace entre les éléments parcourus par le courant de tels dispositifs pour lesquels les **distances d'isolement** varient avec le déplacement des contacts. Les **lignes de fuite** et les **distances d'isolement** ne s'appliquent pas non plus à la construction des **éléments de batteries** ou des interconnexions entre les **éléments** à l'intérieur d'un bloc de **batteries**. Les valeurs spécifiées au Tableau L.1 ne s'appliquent pas aux points de convergence des enroulements de moteur.

Les valeurs du Tableau L.1 sont supérieures ou égales aux valeurs exigées par la CEI 60664-1 en cas d'application

- d'une catégorie de surtension II;
- d'un groupe de matériau III;
- d'un degré de pollution 1 pour les parties protégées contre la pollution et pour les enroulements vernis ou émaillés;
- d'un degré de pollution 3 pour les autres parties;
- d'un champ électrique hétérogène.

Pour les parties de polarité différente, les **distances d'isolement** et les **lignes de fuite** inférieures à celles données au Tableau L.1 sont acceptables si le court-circuit de deux parties ne déclenche pas le démarrage de l'outil.

NOTE 1 Le risque de feu dû aux espaces inférieurs aux valeurs exigées est couvert par les exigences de 18.1.

Tableau L.1 – Lignes de fuite et distances d'isolement minimales entre parties de polarité opposée

Dimensions en millimètres

Tension de service ≤ 15 V		Tension de service > 15 V et ≤ 32 V		Tension de service > 32 V	
Ligne de fuite	Distance d'isolement	Ligne de fuite	Distance d'isolement	Ligne de fuite	Distance d'isolement
0,8 ^a	0,8	1,5	1,5	2,0 ^a	1,5
^a Ces lignes de fuite sont légèrement inférieures à celles suggérées par la CEI 60664-1. Les lignes de fuite entre les parties actives de polarité différente (isolation fonctionnelle) ne sont associées qu'en cas de danger d'incendie, et non en cas de danger de choc électrique. Comme les produits du domaine d'application de la CEI 62841 sont des produits supervisés en utilisation normale , de plus faibles distances sont justifiées.					

Pour les parties présentant une **tension dangereuse** entre elles, la somme totale des distances mesurées entre chacune de ces parties et leur surface accessible la plus proche ne doit pas être inférieure à 1,5 mm pour la **distance d'isolement** et 2,0 mm pour la **ligne de fuite**.

NOTE 2 La Figure L.1 illustre la méthode de mesure.

La conformité est vérifiée par des mesures.

*La façon de mesurer les **lignes de fuite** et les **distances d'isolement** est décrite à l'Annexe A.*

Les distances à travers les fentes ou ouvertures dans les parties extérieures en matériau isolant sont mesurées par rapport à une feuille métallique appliquée sur la surface accessible; la feuille est poussée dans les coins et endroits analogues au moyen de la sonde d'essai B de la CEI 61032:1997, mais elle n'est pas pressée dans les ouvertures.

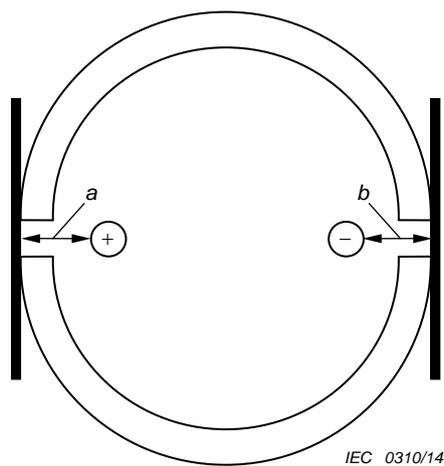
*La somme totale des distances mesurées entre les parties fonctionnant sous une **tension dangereuse** et les surfaces accessibles est déterminée en mesurant la distance entre chaque partie et la surface accessible. Les distances doivent être ajoutées pour déterminer la somme totale. Voir la Figure L.1. Pour les besoins de cette détermination, une des distances doit être égale à 1,0 mm ou avoir une valeur supérieure. Voir l'Annexe A, cas 1 à 10.*

*Si nécessaire, une force est appliquée en tout point des conducteurs nus et à l'extérieur des enveloppes métalliques afin d'essayer de réduire les **lignes de fuite** et les **distances d'isolement** pendant qu'on les mesure.*

La force est appliquée au moyen de la sonde d'essai B de la CEI 61032:1997 avec une valeur de:

- 2 N pour les conducteurs nus;
- 30 N pour les enveloppes.

Les moyens prévus pour fixer l'outil sont considérés comme étant accessibles.



Dimension a = distance entre la partie conductrice nue positive et la surface extérieure telle qu'elle est définie par la feuille placée sur les ouvertures.

Dimension b = distance entre la partie conductrice nue négative et la surface extérieure telle qu'elle est définie par la feuille placée sur les ouvertures.

$a + b$ est la somme totale telle qu'elle est définie en L.28.201.

Figure L.1 – Mesure des distances d'isolement

Bibliographie

CEI 60127-3, *Coupe-circuit miniatures – Partie 3: Éléments de remplacement subminiatures*

CEI 60204 (toutes les parties), *Sécurité des machines – Equipement électrique des machines*

CEI 60335 (toutes les parties), *Appareils électrodomestiques et analogues – Sécurité*

CEI 60335-2-29, *Appareils électrodomestiques et analogues – Sécurité – Partie 2-29: Règles particulières pour les chargeurs de batterie*

CEI 60335-2-45, *Appareils électrodomestiques et analogues – Sécurité – Partie 2-45: Règles particulières pour les outils chauffants mobiles et appareils analogues*

CEI 60601 (toutes les parties), *Appareils électromédicaux*

CEI 60664-3, *Coordination de l'isolement des matériels dans les systèmes (réseaux) à basse tension – Partie 3: Utilisation de revêtement, d'empotage ou de moulage pour la protection contre la pollution*

CEI 62281, *Sécurité des piles et des accumulateurs au lithium pendant le transport*

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

3, rue de Varembé
PO Box 131
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

Tel: + 41 22 919 02 11
Fax: + 41 22 919 03 00
info@iec.ch
www.iec.ch