

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Explosive atmospheres –
Part 0: Equipment – General requirements**

**Atmosphères explosives –
Partie 0: Matériel – Exigences générales**





THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2011 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 la CEI ou du Comité national de la CEI du pays du demandeur.

Si vous avez des questions sur le copyright de la CEI ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de la CEI de votre pays de résidence.

IEC Central Office
3, rue de Varembe
CH-1211 Geneva 20
Switzerland
Email: inmail@iec.ch
Web: 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.

- Catalogue of IEC publications: www.iec.ch/searchpub

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 It also gives information on projects, withdrawn and replaced publications.

- IEC Just Published: www.iec.ch/online_news/justpub

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

- Electropedia: www.electropedia.org

The world's leading online dictionary of electronic and electrical terms containing more than 20 000 terms and definitions in English and French, with equivalent terms in additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary online.

- Customer Service Centre: www.iec.ch/webstore/custserv

If you wish to give us your feedback on this publication or need further assistance, please visit the Customer Service Centre FAQ or contact us:

Email: csc@iec.ch
Tel.: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00

A propos de la CEI

La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) 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 CEI

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

- Catalogue des publications de la CEI: www.iec.ch/searchpub/cur_fut-f.htm

Le Catalogue en-ligne de la CEI vous permet d'effectuer des recherches en utilisant différents critères (numéro de référence, texte, comité d'études,...). Il donne aussi des informations sur les projets et les publications retirées ou remplacées.

- Just Published CEI: www.iec.ch/online_news/justpub

Restez informé sur les nouvelles publications de la CEI. Just Published détaille deux fois par mois les nouvelles publications parues. Disponible en-ligne et aussi par email.

- Electropedia: www.electropedia.org

Le premier dictionnaire en ligne au monde de termes électroniques et électriques. Il contient plus de 20 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans les langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International en ligne.

- Service Clients: www.iec.ch/webstore/custserv/custserv_entry-f.htm

Si vous désirez nous donner des commentaires sur cette publication ou si vous avez des questions, visitez le FAQ du Service clients ou contactez-nous:

Email: csc@iec.ch
Tél.: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00



IEC 60079-0

Edition 6.0 2011-06

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Explosive atmospheres –
Part 0: Equipment – General requirements**

**Atmosphères explosives –
Partie 0: Matériel – Exigences générales**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE **XD**
CODE PRIX

ICS 29.260.20

ISBN 978-2-88912-519-7

CONTENTS

FOREWORD.....	7
1 Scope.....	10
2 Normative references	11
3 Terms and definitions	14
4 Equipment grouping	26
4.1 Group I.....	26
4.2 Group II.....	26
4.3 Group III.....	26
4.4 Equipment for a particular explosive atmosphere.....	27
5 Temperatures	27
5.1 Environmental influences	27
5.1.1 Ambient temperature	27
5.1.2 External source of heating or cooling.....	27
5.2 Service temperature	27
5.3 Maximum surface temperature	28
5.3.1 Determination of maximum surface temperature	28
5.3.2 Limitation of maximum surface temperature.....	28
5.3.3 Small component temperature for Group I or Group II electrical equipment	29
6 Requirements for all electrical equipment	30
6.1 General.....	30
6.2 Mechanical strength of equipment	30
6.3 Opening times	30
6.4 Circulating currents in enclosures (e.g. of large electrical machines).....	31
6.5 Gasket retention.....	31
6.6 Electromagnetic and ultrasonic energy radiating equipment	31
6.6.1 Radio frequency sources	31
6.6.2 Lasers or other continuous wave sources	32
6.6.3 Ultrasonic sources	33
7 Non-metallic enclosures and non-metallic parts of enclosures	33
7.1 General.....	33
7.1.1 Applicability.....	33
7.1.2 Specification of materials.....	33
7.2 Thermal endurance	34
7.2.1 Tests for thermal endurance	34
7.2.2 Material selection	34
7.2.3 Alternative qualification of elastomeric sealing O-rings	34
7.3 Resistance to light.....	34
7.4 Electrostatic charges on external non-metallic materials.....	35
7.4.1 Applicability.....	35
7.4.2 Avoidance of a build-up of electrostatic charge on Group I or Group II electrical equipment	35
7.4.3 Avoidance of a build-up of electrostatic charge on equipment for Group III.....	37
7.5 Accessible metal parts	37
8 Metallic enclosures and metallic parts of enclosures.....	38

8.1	Material composition	38
8.2	Group I.....	38
8.3	Group II.....	38
8.4	Group III.....	39
9	Fasteners	39
9.1	General	39
9.2	Special fasteners.....	39
9.3	Holes for special fasteners	40
9.3.1	Thread engagement	40
9.3.2	Tolerance and clearance	40
9.3.3	Hexagon socket set screws	41
10	Interlocking devices.....	41
11	Bushings	41
12	Materials used for cementing.....	41
13	Ex Components	42
13.1	General	42
13.2	Mounting	42
13.3	Internal mounting	42
13.4	External mounting	42
13.5	Ex Component certificate	42
14	Connection facilities and termination compartments	43
14.1	General	43
14.2	Termination compartment.....	43
14.3	Type of protection	43
14.4	Creepage and clearance	43
15	Connection facilities for earthing or bonding conductors	43
15.1	Equipment requiring earthing.....	43
15.1.1	Internal.....	43
15.1.2	External.....	43
15.2	Equipment not requiring earthing.....	43
15.3	Size of conductor connection.....	44
15.4	Protection against corrosion	44
15.5	Secureness of electrical connections.....	44
16	Entries into enclosures	44
16.1	General	44
16.2	Identification of entries	44
16.3	Cable glands	45
16.4	Blanking elements	45
16.5	Thread adapters	45
16.6	Temperature at branching point and entry point.....	45
16.7	Electrostatic charges of cable sheaths	46
17	Supplementary requirements for rotating machines	46
17.1	Ventilation	46
17.1.1	Ventilation openings	46
17.1.2	Materials for external fans	47
17.1.3	Cooling fans of rotating machines.....	47
17.1.4	Auxiliary motor cooling fans.....	47
17.1.5	Ventilating fans.....	47

17.2	Bearings.....	48
18	Supplementary requirements for switchgear	48
18.1	Flammable dielectric	48
18.2	Disconnectors	49
18.3	Group I – Provisions for locking.....	49
18.4	Doors and covers	49
19	Supplementary requirements for fuses	49
20	Supplementary requirements for plugs, socket outlets and connectors	50
20.1	General.....	50
20.2	Explosive gas atmospheres	50
20.3	Explosive dust atmospheres	50
20.4	Energized plugs	50
21	Supplementary requirements for luminaires	50
21.1	General.....	50
21.2	Covers for luminaires of EPL Mb, EPL Gb, or EPL Db	51
21.3	Covers for luminaires of EPL Gc or EPL Dc.....	51
21.4	Sodium lamps	51
22	Supplementary requirements for caplights and handlights	52
22.1	Group I caplights.....	52
22.2	Group II and Group III caplights and handlights	52
23	Equipment incorporating cells and batteries	52
23.1	General	52
23.2	Batteries	52
23.3	Cell types	52
23.4	Cells in a battery	54
23.5	Ratings of batteries	54
23.6	Interchangeability	54
23.7	Charging of primary batteries.....	54
23.8	Leakage	54
23.9	Connections	54
23.10	Orientation.....	54
23.11	Replacement of cells or batteries.....	54
23.12	Replaceable battery pack	55
24	Documentation	55
25	Compliance of prototype or sample with documents	55
26	Type tests	55
26.1	General.....	55
26.2	Test configuration.....	55
26.3	Tests in explosive test mixtures.....	55
26.4	Tests of enclosures	56
26.4.1	Order of tests	56
26.4.2	Resistance to impact	57
26.4.3	Drop test	59
26.4.4	Acceptance criteria.....	59
26.4.5	Degree of protection (IP) by enclosures.....	59
26.5	Thermal tests	60
26.5.1	Temperature measurement.....	60
26.5.2	Thermal shock test	61

26.5.3	Small component ignition test (Group I and Group II).....	62
26.6	Torque test for bushings.....	62
26.6.1	Test procedure.....	62
26.6.2	Acceptance criteria.....	63
26.7	Non-metallic enclosures or non-metallic parts of enclosures.....	63
26.7.1	General.....	63
26.7.2	Test temperatures.....	63
26.8	Thermal endurance to heat.....	63
26.9	Thermal endurance to cold.....	64
26.10	Resistance to light.....	64
26.10.1	Test procedure.....	64
26.10.2	Acceptance criteria.....	65
26.11	Resistance to chemical agents for Group I electrical equipment.....	65
26.12	Earth continuity.....	65
26.13	Surface resistance test of parts of enclosures of non-metallic materials.....	67
26.14	Measurement of capacitance.....	68
26.14.1	General.....	68
26.14.2	Test procedure.....	68
26.15	Verification of ratings of ventilating fans.....	69
26.16	Alternative qualification of elastomeric sealing O-rings.....	69
27	Routine tests.....	69
28	Manufacturer's responsibility.....	70
28.1	Conformity with the documentation.....	70
28.2	Certificate.....	70
28.3	Responsibility for marking.....	70
29	Marking.....	70
29.1	Applicability.....	70
29.2	Location.....	70
29.3	General.....	70
29.4	Ex marking for explosive gas atmospheres.....	71
29.5	Ex marking for explosive dust atmospheres.....	73
29.6	Combined types (or levels) of protection.....	74
29.7	Multiple types of protection.....	74
29.8	Ga equipment using two independent Gb types (or levels) of protection.....	75
29.9	Ex Components.....	75
29.10	Small equipment and small Ex Components.....	75
29.11	Extremely small equipment and extremely small Ex Components.....	76
29.12	Warning markings.....	76
29.13	Alternate marking of equipment protection levels (EPLs).....	76
29.13.1	Alternate marking of type of protection for explosive gas atmospheres.....	77
29.13.2	Alternate marking of type of protection for explosive dust atmospheres.....	77
29.14	Cells and batteries.....	77
29.15	Converter-fed electrical machines.....	78
29.16	Examples of marking.....	78
30	Instructions.....	81
30.1	General.....	81
30.2	Cells and batteries.....	81

30.3 Electrical machines	82
30.4 Ventilating fans	82
Annex A (normative) Supplementary requirements for cable glands	83
Annex B (normative) Requirements for Ex Components	90
Annex C (informative) Example of rig for resistance to impact test	92
Annex D (informative) Motors supplied by converters	93
Annex E (informative) Temperature rise testing of electric machines	94
Annex F (informative) Guideline flowchart for tests of non-metallic enclosures or non-metallic parts of enclosures (26.4)	96
Bibliography	97
Figure 1 – Tolerances and clearance for threaded fasteners	40
Figure 2 – Contact surface under head of fastener with a reduced shank	41
Figure 3 – Illustration of entry points and branching points	46
Figure 4 – Assembly of test sample for earth-continuity test	67
Figure 5 – Test piece with painted electrodes	68
Figure 6 – Compression set of an O-ring	69
Figure A.1 – Illustration of the terms used for cable glands	84
Figure A.2 – Rounded edge of the point of entry of the flexible cable	85
Figure C.1 – Example of rig for resistance to impact test	92
Figure F.1 – Non-metallic enclosures or non-metallic parts of enclosures	96
Table 1 – Ambient temperatures in service and additional marking	27
Table 2 – Classification of maximum surface temperatures for Group II electrical equipment	28
Table 3a – Assessment of temperature classification according to component size at 40 °C ambient temperature	29
Table 3b – Assessment of temperature classification Component surface area ≥ 20 mm ² Variation in maximum power dissipation with ambient temperature	29
Table 4 – Radio frequency power thresholds	32
Table 5 – Radio-frequency energy thresholds	32
Table 6 – Limitation of surface areas	36
Table 7 – Maximum diameter or width	36
Table 8 – Limitation of thickness of non-metallic layer	37
Table 9 – Maximum capacitance of unearthed metal parts	38
Table 10 – Minimum cross-sectional area of PE conductors	44
Table 11 – Primary cells	53
Table 12 – Secondary cells	53
Table 13 – Tests for resistance to impact	58
Table 14 – Torque to be applied to the stem of bushing used for connection facilities	63
Table 15 – Thermal endurance test	64
Table 16 – Text of warning markings	76
Table B.1 – Clauses with which Ex Components shall comply	90

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

EXPLOSIVE ATMOSPHERES –**Part 0: Equipment – 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 60079-0 has been prepared by IEC technical committee 31: Equipment for explosive atmospheres.

This sixth edition cancels and replaces the fifth edition, published in 2007, and constitutes a full technical revision.

The significant changes with respect to the previous edition are listed below:

- Relocation of definitions for energy limitation parameters to IEC 60079-11
- Addition of note to clarify that the non-metallic "enclosure" requirements are applied to other than "enclosures" by some of the subparts
- Expansion of material specification data for plastics and elastomers, including UV resistance
- Addition of alternative qualification for O-rings
- Addition of alternative criteria for surface resistance

- Addition of breakdown voltage limit for non-metallic layers applied to metallic enclosures
- Expansion of “X” marking options for non-metallic enclosure materials not meeting basic electrostatic requirements
- Clarification that non-metallic enclosure requirements also apply to painted or coated metal enclosures
- Clarification of test to determine capacitance of accessible metal parts with reduction in acceptable capacitance
- Addition of limits on zirconium content for Group III and Group II (Gb only) enclosures
- Introduction of “X” marking for Group III enclosures not complying with basic material requirements, similar to that existing for Group II
- Addition of button-head cap screws to permitted “Special Fasteners”
- Reference for protective earthing (PE) requirements for electrical machines to IEC 60034-1
- Clarification of terminology for cable glands, blanking elements, and thread adapters
- Addition of requirements for ventilating fans
- Addition of alternative construction for disconnectors
- Removal of voltage limits on plugs and sockets
- Addition of test requirements for arc-quenching test on plugs and sockets
- Update of cell and battery information to reflect latest standards
- Revision to impact test of glass parts
- Revision to impact test procedure to address “bounce” of impact head
- Clarification of the test requirements for “service” and “surface” temperature
- Addition of temperature rise tests for converter-fed motors
- Addition of alternative test method for thermal endurance
- Removal of “charging test” and addition of note providing guidance
- Clarification of test for the measurement of capacitance
- Addition of a “Schedule of Limitations” to certificates for Ex Components
- Clarification of the marking for multiple temperature classes
- Addition of marking for converter-fed motors
- Removal of IP marking for Group III
- Addition of specific instructions for electrical machines
- Addition of specific instructions for ventilating fans
- Update to informative Annex D on converter-fed motors
- Update to informative Annex E on temperature testing of motors
- Addition of informative Annex F, flowchart for testing of non-metallic enclosures and non-metallic parts of enclosures

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

FDIS	Report on voting
31/922/FDIS	31/939/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.

A list of all parts of the IEC 60079 series, under the general title *Explosive atmospheres*, can be found on the IEC website.

Future standards in this series will carry the new general title as cited above. Titles of existing standards in this series will be updated at the time of a new edition.

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.

EXPLOSIVE ATMOSPHERES –

Part 0: Equipment – General requirements

1 Scope

This part of IEC 60079 specifies the general requirements for construction, testing and marking of electrical equipment and Ex Components intended for use in explosive atmospheres.

The standard atmospheric conditions (relating to the explosion characteristics of the atmosphere) under which it may be assumed that electrical equipment can be operated are:

- temperature -20 °C to $+60\text{ °C}$;
- pressure 80 kPa (0,8 bar) to 110 kPa (1,1 bar); and
- air with normal oxygen content, typically 21 % v/v.

This standard and other standards supplementing this standard specify additional test requirements for equipment operating outside the standard temperature range, but further additional consideration and additional testing may be required for equipment operating outside the standard atmospheric pressure range and standard oxygen content, particularly with respect to types of protection that depend on quenching of a flame such as 'flameproof enclosure "d"' (IEC 60079-1) or limitation of energy, 'intrinsic safety "i"' (IEC 60079-11).

NOTE 1 Although the standard atmospheric conditions above give a temperature range for the atmosphere of -20 °C to $+60\text{ °C}$, the normal ambient temperature range for the equipment is -20 °C to $+40\text{ °C}$, unless otherwise specified and marked. See 5.1.1. It is considered that -20 °C to $+40\text{ °C}$ is appropriate for most equipment and that to manufacture all equipment to be suitable for a standard atmosphere upper ambient temperature of $+60\text{ °C}$ would place unnecessary design constraints.

NOTE 2 Requirements given in this standard result from an ignition hazard assessment made on electrical equipment. The ignition sources taken into account are those found associated with this type of equipment, such as hot surfaces, mechanically generated sparks, mechanical impacts resulting in thermite reactions, electrical arcing and static electric discharge in normal industrial environments.

NOTE 3 It is acknowledged that, with developments in technology, it may be possible to achieve the objectives of the IEC 60079 series of standards in respect of explosion prevention by methods that are not yet fully defined. Where a manufacturer wishes to take advantage of such developments, this International Standard, as well as other standards in the IEC 60079 series, may be applied in part. It is intended that the manufacturer prepare documentation that clearly defines how the IEC 60079 series of standards has been applied, together with a full explanation of the additional techniques employed. The designation "Ex s" has been reserved to indicate special protection. A standard for special protection "s", IEC 60079-33, is in preparation.

NOTE 4 Where an explosive gas atmosphere and a combustible dust atmosphere are, or may be, present at the same time, the simultaneous presence of both should be considered and may require additional protective measures.

This standard does not specify requirements for safety, other than those directly related to the explosion risk. Ignition sources like adiabatic compression, shock waves, exothermic chemical reaction, self ignition of dust, naked flames and hot gases/liquids, are not addressed by this standard.

NOTE 5 Such equipment should be subjected to a hazard analysis that identifies and lists all of the potential sources of ignition by the electrical equipment and the measures to be applied to prevent them becoming effective.

This standard is supplemented or modified by the following standards concerning specific types of protection:

- IEC 60079-1: Gas – Flameproof enclosures "d";
- IEC 60079-2: Gas – Pressurized enclosures "p";

- IEC 60079-5: Gas – Powder filling "q";
- IEC 60079-6: Gas – Oil immersion "o";
- IEC 60079-7: Gas – Increased safety "e";
- IEC 60079-11: Gas – Intrinsic safety "i";
- IEC 60079-15: Gas – Type of protection "n";
- IEC 60079-18: Gas and dust – Encapsulation "m";
- IEC 60079-31: Dust – Protection by enclosure "t"
- IEC 61241-4: Dust – Pressurization "pD".

NOTE 6 Additional information on types of protection for non-electrical equipment can be found in ISO/IEC 80079-36 (to be published).

This standard is supplemented or modified by the following equipment standards:

IEC 60079-13: Explosive atmospheres – Part 13: Equipment protection by pressurized room "p"

IEC 60079-25: Explosive atmospheres – Part 25: Intrinsically safe electrical systems

IEC 60079-26: Explosive atmospheres – Part 26: Equipment with equipment protection level (EPL) Ga

IEC 60079-28: Explosive atmospheres – Part 28: Protection of equipment and transmission systems using optical radiation

IEC 62013-1: Caplights for use in mines susceptible to firedamp – Part 1: General requirements – Construction and testing in relation to the risk of explosion

IEC 60079-30-1: Explosive atmospheres – Part 30-1: Electrical resistance trace heating – General and testing requirements.

This standard with the additional standards mentioned above, are not applicable to the construction of

- electromedical apparatus,
- shot-firing exploders,
- test devices for exploders, and
- shot-firing circuits.

2 Normative references

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

IEC 60034-1, *Rotating electrical machines – Part 1: Rating and performance*

IEC 60034-5, *Rotating electrical machines – Part 5: Classification of degrees of protection provided by the enclosures of rotating electrical machines (IP Code)*

IEC 60050-426, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 426: Electrical apparatus for explosive atmospheres*

IEC 60079-1, *Explosive atmospheres – Part 1: Equipment protection by flameproof enclosure "d"*

IEC 60079-2, *Explosive atmospheres – Part 2: Equipment protection by pressurized enclosures "p"*

IEC 60079-5, *Explosive atmospheres – Part 5: Equipment protection by powder filling "q"*

IEC 60079-6, *Explosive atmospheres – Part 6: Equipment protection by oil-immersion "o"*

IEC 60079-7, *Explosive atmospheres – Part 7: Equipment protection by increased safety "e"*

IEC 60079-11, *Explosive atmospheres – Part 11: Equipment protection by intrinsic safety "i"*

IEC 60079-15, *Explosive atmospheres – Part 15: Equipment protection by type of protection "n"*

IEC 60079-18, *Explosive atmospheres – Part 18: Equipment protection by encapsulation "m"*

IEC 60079-20-1, *Explosive Atmosphere – Part 20-1: Material characteristics for gas and vapour classification, test methods and data*

IEC 60079-25: *Explosive atmospheres – Part 25: Intrinsically safe systems*

IEC 60079-26: *Explosive atmospheres – Part 26: Equipment with equipment protection level (EPL) Ga*

IEC 60079-28: *Explosive atmospheres – Part 28: Protection of equipment and transmission systems using optical radiation*

IEC 60079-30-1: *Explosive atmospheres – Part 30-1: Electrical resistance trace heating – General and testing requirements*

IEC 60079-31, *Explosive atmospheres – Part 31: Equipment dust ignition protection by enclosures "t"*

IEC 60086-1, *Primary batteries – Part 1: General*

IEC 60095-1, *Lead-acid starter batteries – Part 1: General requirements and methods of test*

IEC 60192, *Low-pressure sodium vapour lamps – Performance specifications*

IEC 60216-1, *Electrical insulating materials – Properties of thermal endurance – Part 1: Ageing procedures and evaluation of test results*

IEC 60216-2, *Electrical insulating materials – Thermal endurance properties – Part 2: Determination of thermal endurance properties of electrical insulating materials – Choice of test criteria*

IEC 60243-1, *Electrical strength of insulating materials – Test methods – Part 1: Tests at power frequencies*

IEC 60254 (all parts), *Lead-acid traction batteries*

IEC 60423, *Conduits for electrical purposes – Outside diameters of conduits for electrical installations and threads for conduits and fittings*

IEC 60529, *Degrees of protection provided by enclosures (IP Code)*

IEC 60622, *Secondary cells and batteries containing alkaline or other non-acid electrolytes – Sealed nickel-cadmium prismatic rechargeable single cells*

IEC 60623, *Secondary cells and batteries containing alkaline or other non-acid electrolytes – Vented nickel-cadmium prismatic rechargeable single cells*

IEC 60662, *High-pressure sodium vapour lamps*

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

IEC 60947-1, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 1: General rules*

IEC 60896-11, *Stationary lead-acid batteries – Part 11: Vented types – General requirements and methods of tests*

IEC 60896-21, *Stationary lead-acid batteries – Part 21: Valve regulated types – Methods of test*

IEC 60952 (all parts), *Aircraft batteries*

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

IEC 61241-4, *Electrical apparatus for use in the presence of combustible dust – Part 4: Type of protection “pD”*

IEC 61427, *Secondary cells and batteries for photovoltaic energy systems (PVES) – General requirements and methods of test*

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

IEC 61951-2, *Secondary cells and batteries containing alkaline and 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 62013-1, *Caplights for use in mines susceptible to firedamp – Part 1: General requirements – Construction and testing in relation to the risk of explosion*

ISO 178, *Plastics – Determination of flexural properties*

ISO 179 (all parts), *Plastics – Determination of Charpy impact properties*

ISO 262, *ISO general-purpose metric screw threads – Selected sizes for screws, bolts and nuts*

ISO 273, *Fasteners – Clearance holes for bolts and screws*

ISO 286-2, *ISO system of limits and fits – Part 2: Tables of standard tolerance grades and limit deviations for holes and shafts*

ISO 527-2, *Plastics – Determination of tensile properties – Part 2: Test conditions for moulding and extrusion plastics*

ISO 965-1, *ISO general-purpose metric screw threads – Tolerances – Part 1: Principles and basic data*

ISO 965-3, *ISO general-purpose metric screw threads – Tolerances – Part 3: Deviations for constructional screw threads*

ISO 1817, *Rubber, vulcanized – Determination of the effect of liquids*

ISO 3601-1, *Fluid power systems – O-rings – Part 1: Inside diameters, cross-sections, tolerances and designation codes*

ISO 3601-2, *Fluid power systems – O-rings – Part 2: Housing dimensions for general applications*

ISO 4014, *Hexagon head bolts – Product grades A and B*

ISO 4017, *Hexagon head screws – Product grades A and B*

ISO 4026, *Hexagon socket set screws with flat point*

ISO 4027, *Hexagon socket set screws with cone point*

ISO 4028, *Hexagon socket set screws with dog point*

ISO 4029, *Hexagon socket set screws with cup point*

ISO 4032, *Hexagon nuts, style 1 – Product grades A and B*

ISO 4762, *Hexagon socket head cap screws*

ISO 4892-2, *Plastics – Methods of exposure to laboratory light sources – Part 2: Xenon-arc lamps*

ISO 7380, *Hexagon socket button head screws*

ISO 14583, *Hexalobular socket pan head screws*

ANSI/UL 746B, *Polymeric Materials – Long-Term Property Evaluations*

ANSI/UL 746C, *Polymeric Materials – Used in Electrical Equipment Evaluations*

3 Terms and definitions

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

NOTE For the definitions of any other terms, particularly those of a more general nature, reference should be made to IEC 60050(426) or other appropriate parts of the IECV (International Electrotechnical Vocabulary).

3.1

ambient temperature

temperature of the air or other media, in the immediate vicinity of the equipment or component

NOTE This does not refer to the temperature of any process media, unless the equipment or component is totally immersed in the process media. See 5.1.1.

3.2

area, hazardous

area in which an explosive atmosphere is present, or may be expected to be present, in quantities such as to require special precautions for the construction, installation and use of electrical apparatus

3.3

area, non-hazardous

area in which an explosive atmosphere is not expected to be present in quantities such as to require special precautions for the construction, installation and use of electrical apparatus

3.4

associated apparatus

electrical apparatus which contains both energy-limited and non-energy-limited circuits and is constructed so that the non-energy-limited circuits cannot adversely affect the energy-limited circuits

NOTE Associated apparatus may be either:

- a) electrical apparatus which has an alternative type of protection included in this standard for use in the appropriate explosive atmosphere;
- b) electrical apparatus not so protected and which therefore is not to be used within an explosive atmosphere, for example, a recorder which is not of itself in an explosive atmosphere but is connected to a thermocouple situated within an explosive atmosphere where only the recorder input circuit is energy limited.

3.5

cells and batteries

3.5.1

battery

assembly of two or more cells electrically connected to each other to increase the voltage or capacity

3.5.2

capacity

quantity of electricity or electric charge, which a fully charged battery can deliver under specified conditions

3.5.3

cell

assembly of electrodes and electrolyte which constitutes the smallest electrical unit of a battery

3.5.4

charging

act of forcing current through a secondary cell or battery in the opposite direction to the normal flow to restore the energy

3.5.5

deep discharge

event which reduces a cell voltage below that recommended by the cell or battery manufacturer

3.5.6

maximum open-circuit voltage (of a cell or battery)

maximum attainable voltage under normal conditions, that is, from either a new primary cell, or a secondary cell just after a full charge

NOTE See Tables 11 and 12 which show the maximum open-circuit voltage for acceptable cells.

3.5.7

nominal voltage

(of a cell or battery) is that specified by the manufacturer

3.5.8

vented cell or battery

secondary cell, or battery, having a cover provided with an opening through which gaseous products may escape

3.5.9

primary cell or battery

electrochemical system capable of producing electrical energy by chemical reaction

3.5.10

reverse charging

act of forcing current through either a primary cell or secondary cell in the same direction as the normal flow, for example, in an expired battery

3.5.11

sealed gas-tight cell or battery

cell or battery which remains closed and does not release either gas or liquid when operated within the limits of charge or temperature specified by the manufacturer

NOTE 1 Such cells and batteries may be equipped with a safety device to prevent dangerously high internal pressure. The cell or battery does not require addition to the electrolyte and is designed to operate during its life in its original sealed state.

NOTE 2 The above definition is taken from IEC 60079-11. It differs from the definitions in IEC 486-01-20 and IEC 486-01-21 by virtue of the fact that it applies to either a cell or battery.

3.5.12

sealed valve-regulated cell or battery

cell or battery which is closed under normal conditions but which has an arrangement which allows the escape of gas if the internal pressure exceeds a pre-determined value. The cell cannot normally receive an addition to the electrolyte

3.5.13

secondary cell or battery

electrically rechargeable electrochemical system capable of storing electrical energy and delivering it by chemical reaction

3.5.14

container (battery)

enclosure to contain the battery

NOTE The cover is a part of the battery container.

3.6

bushing

insulating device carrying one or more conductors through an internal or external wall of an enclosure

3.7

cable gland

device permitting the introduction of one or more electric and/or fibre optic cables into an electrical equipment so as to maintain the relevant type of protection

3.7.1

clamping device

element of a cable gland for preventing tension or torsion in the cable from being transmitted to the connections

3.7.2

compression element

element of a cable gland acting on the sealing ring to enable the latter to fulfil its function

3.7.3

sealing ring

ring used in a cable gland to ensure the sealing between the cable gland and the cable

3.7.4

Ex Equipment cable gland

cable gland tested separately from the equipment enclosure but certified as equipment and which can be fitted to the equipment enclosure during installation.

3.7.5

cable transit device

an entry device, intended for one or more cables, with a seal made up of one or more separate elastomeric modules or parts of modules (modular internal seal), which are compressed together when the device is assembled and mounted as intended.

NOTE Cable transit devices can also serve as Ex blanking Elements when the elastomeric modules provided allow for this function.

3.8

certificate

document that assures the conformity of a product, process, system, person, or organization with specified requirements

NOTE The certificate may be either the supplier's declaration of conformity or the purchaser's recognition of conformity or certification (as a result of action by a third party) as defined in ISO/IEC 17000.

3.8.1

Ex Component Certificate

a certificate prepared for an Ex Component. See 3.28.

3.8.2

Equipment Certificate

A certificate prepared for equipment other than an Ex Component. Such equipment may include Ex Components, but additional evaluation is always required as part of their incorporation into equipment. See 3.7.4, 3.25, 3.27, 3.28, and 3.29.

3.9

compound (for encapsulation)

any thermosetting, thermoplastic, epoxy resin or elastomeric materials with or without fillers and/or additives, in their solid state; used for encapsulation

3.10

conduit entry

means of introducing a conduit into electrical equipment so as to maintain the relevant type of protection

3.11

connection facilities

terminals, screws or other parts, used for the electrical connection of conductors of external circuits

3.12

connections, factory

terminations intended for connection during a manufacturing process under controlled conditions

3.13

connections, field-wiring

terminations intended for connection by the installer in the field

3.14

continuous operating temperature

COT

temperature range which ensures the stability and integrity of the material for the expected life of the equipment, or part, in its intended application

3.15

converter (for use with electrical machines)

unit for electronic power conversion, changing one or more electrical characteristics and comprising one or more electronic switching devices and associated components, such as transformers, filters, commutation aids, controls, protections, and auxiliaries, if any

NOTE A Converter may also be known as a frequency converter, a converter drive, an inverter drive, a variable speed drive, or a variable frequency drive.

3.16

converter, soft-start

converter which limits the input current to the electrical machine during the starting process.

NOTE It is intended that the soft-start converter is used only during the starting process and is then isolated from the power system when the electrical machine is running.

3.17

degree of protection of enclosure

IP

numerical classification according to IEC 60529 preceded by the symbol IP applied to the enclosure of electrical equipment to provide

- protection of persons against contact with, or approach to, live parts and against contact with moving parts (other than smooth rotating shafts and the like) inside the enclosure,
- protection of the electrical equipment against ingress of solid foreign objects, and
- where indicated by the classification, protection of the electrical equipment against harmful ingress of water

NOTE 1 The detailed test requirements for rotating electrical machines are in IEC 60034-5.

NOTE 2 The enclosure which provides the degree of protection IP is not necessarily identical to the equipment enclosure for the types of protection listed in the Foreword.

3.18

dust

generic term including both combustible dust and combustible flyings

3.18.1**combustible dust**

finely divided solid particles, 500 µm or less in nominal size, which may be suspended in air, may settle out of the atmosphere under their own weight, may burn or glow in air, and may form explosive mixtures with air at atmospheric pressure and normal temperatures

NOTE 1 This includes dust and grit as defined in ISO 4225.

NOTE 2 The term solid particles is intended to address particles in the solid phase and not the gaseous or liquid phase, but does not preclude a hollow particle.

3.18.1.1**conductive dust**

combustible dust with electrical resistivity equal to or less than $10^3 \Omega \cdot m$

NOTE IEC 61241-2-2 contains the test method for determining the electrical resistivity of dusts.

3.18.1.2**non-conductive dust**

combustible dust with electrical resistivity greater than $10^3 \Omega \cdot m$

NOTE IEC 61241-2-2 contains the test method for determining the electrical resistivity of dusts.

3.18.2**combustible flyings**

solid particles, including fibres, greater than 500 µm in nominal size which may be suspended in air and could settle out of the atmosphere under their own weight

NOTE Examples of flyings include rayon, cotton (including cotton linters and cotton waste), sisal, jute, hemp, cocoa fibre, oakum, and baled waste kapok.

3.19**dust-tight enclosure**

enclosure capable of excluding the ingress of observable dust particle deposits

3.20**dust-protected enclosure**

enclosure in which the ingress of dust is not totally excluded, but is unlikely to enter in sufficient quantity to interfere with the safe operation of the equipment and does not accumulate in a position within the enclosure where it is liable to cause an ignition hazard

3.21**elastomer**

a macromolecular material which returns rapidly to approximately its initial dimensions and shape after substantial deformation by a weak stress and release of the stress (IEV 212-04-05)

NOTE The definition applies to room temperature test conditions.

3.22**electrical equipment**

items applied as a whole or in part for the utilization of electrical energy

NOTE These include, amongst others, items for the generation, transmission, distribution, storage, measurement, regulation, conversion and consumption of electrical energy and items for telecommunications.

3.23**encapsulation**

process of applying a compound to enclose an electrical device(s) by suitable means

3.24

enclosure

all the walls, doors, covers, cable glands, rods, spindles, shafts, etc. which contribute to the type of protection and/or the degree of protection IP of the electrical equipment

3.25

equipment (for explosive atmospheres)

general term including apparatus, fittings, devices, components, and the like used as a part of, or in connection with, an electrical installation in an explosive atmosphere

3.26

equipment protection level

EPL

level of protection assigned to equipment based on its likelihood of becoming a source of ignition and distinguishing the differences between explosive gas atmospheres, explosive dust atmospheres, and the explosive atmospheres in mines susceptible to firedamp

NOTE The equipment protection level may optionally be employed as part of a complete risk assessment of an installation, see IEC 60079-14.

3.26.1

EPL Ma

equipment for installation in a mine susceptible to firedamp, having a "very high" level of protection, which has sufficient security that it is unlikely to become an ignition source in normal operation, during expected malfunctions or during rare malfunctions, even when left energized in the presence of an outbreak of gas

3.26.2

EPL Mb

equipment for installation in a mine susceptible to firedamp, having a "high" level of protection, which has sufficient security that it is unlikely to become a source of ignition in normal operation or during expected malfunctions in the time span between there being an outbreak of gas and the equipment being de-energized

3.26.3

EPL Ga

equipment for explosive gas atmospheres, having a "very high" level of protection, which is not a source of ignition in normal operation, during expected malfunctions or during rare malfunctions

3.26.4

EPL Gb

equipment for explosive gas atmospheres, having a "high" level of protection, which is not a source of ignition in normal operation or during expected malfunctions

3.26.5

EPL Gc

equipment for explosive gas atmospheres, having an "enhanced" level of protection, which is not a source of ignition in normal operation and which may have some additional protection to ensure that it remains inactive as an ignition source in the case of regular expected occurrences (for example failure of a lamp)

3.26.6

EPL Da

equipment for explosive dust atmospheres, having a "very high" level of protection, which is not a source of ignition in normal operation, during expected malfunctions, or during rare malfunctions

3.26.7**EPL Db**

equipment for explosive dust atmospheres, having a "high" level of protection, which is not a source of ignition in normal operation or during expected malfunctions

3.26.8**EPL Dc**

equipment for explosive dust atmospheres, having an "enhanced" level of protection, which is not a source of ignition in normal operation and which may have some additional protection to ensure that it remains inactive as an ignition source in the case of regular expected occurrences (for example failure of a lamp)

3.27**Ex blanking element**

threaded blanking element tested separately from the equipment enclosure but having an equipment certificate and which is intended to be fitted to the equipment enclosure without further consideration

NOTE 1 This does not preclude an Ex Component certificate for blanking elements

NOTE 2 Non-threaded blanking elements are not equipment.

3.28**Ex Component**

part of electrical equipment or a module, marked with the symbol "U", which is not intended to be used alone and requires additional consideration when incorporated into electrical equipment or systems for use in explosive atmospheres

3.29**Ex thread adapter**

thread adapter tested separately from the enclosure but having an equipment certificate and which is intended to be fitted to the equipment enclosure without further consideration

NOTE This does not preclude an Ex Component certificate for thread adapters.

3.30**explosive atmosphere**

mixture with air, under atmospheric conditions, of flammable substances in the form of gas, vapour, dust, fibres, or flyings which, after ignition, permits self-sustaining propagation

3.31**explosive dust atmosphere**

mixture with air, under atmospheric conditions, of flammable substances in the form of dust, fibres, or flyings which, after ignition, permits self-sustaining propagation

3.32**explosive gas atmosphere**

mixture with air, under atmospheric conditions, of flammable substances in the form of gas or vapour, which, after ignition, permits self-sustaining flame propagation

3.33**explosive test mixture**

specified explosive mixture used for the testing of electrical equipment for explosive gas atmospheres

3.34**firedamp**

flammable mixture of gases naturally occurring in a mine

NOTE Firedamp consists mainly of methane, but always contains small quantities of other gases, such as nitrogen, carbon dioxide, and hydrogen, and sometimes ethane and carbon monoxide. The terms firedamp and methane are used frequently in mining practice as synonyms.

3.35

free space

intentionally created space surrounding components or space inside components

3.36

galvanic isolation

arrangement within equipment which permits the transfer of signals or power between two circuits without any direct electrical connection between the two

NOTE Galvanic isolation frequently utilizes either magnetic (transformer or relay) or opto-coupled elements.

3.37

ignition temperature of an explosive gas atmosphere

lowest temperature of a heated surface which, under specified conditions according to IEC 60079-20-1, will ignite a flammable substance in the form of a gas or vapour mixture with air

3.38

ignition temperature of a dust layer

lowest temperature of a hot surface at which ignition occurs in a dust layer of specified thickness on a hot surface

NOTE The ignition temperature of a dust layer may be determined by the test method given in IEC 61241-2-1.

3.39

ignition temperature of a dust cloud

lowest temperature of the hot inner wall of a furnace at which ignition occurs in a dust cloud in air contained therein

NOTE The ignition temperature of a dust cloud may be determined by the test method given in IEC 61241-2-1.

3.40

limiting temperature

maximum permissible temperature for equipment or parts of equipment equal to the lower of the two temperatures determined by:

- a) the danger of ignition of the explosive atmosphere;
- b) the thermal stability of the materials used

3.41

malfunction

equipment or components which do not perform their intended function with respect to explosion protection

NOTE For the purposes of this standard this can happen due to a variety of reasons, including:

- failure of one (or more) of the component parts of the equipment or components;
- external disturbances (e.g. shocks, vibration, electromagnetic fields);
- design error or deficiency (e.g. software errors);
- disturbance of the power supply or other services;
- loss of control by the operator (especially for handheld equipment).

3.41.1

expected malfunction

disturbances or equipment malfunctions which normally occur in practice

3.41.2**rare malfunction**

type of malfunction, which may happen, but only in rare instances. Two independent expected malfunctions which, separately, would not create a source of ignition, but which, in combination, do create a source of ignition, are regarded as a single rare malfunction

3.42**maximum surface temperature**

highest temperature which is attained in service under the most adverse conditions (but within the specified tolerances) by any part or surface of electrical equipment

NOTE 1 For electrical equipment in an explosive gas atmosphere, this temperature may occur on an internal component or on the external surface of the enclosure, depending upon the type of protection employed.

NOTE 2 For electrical equipment in an explosive dust atmosphere, this temperature occurs on the external surface of the enclosure and may include a defined dust layer condition.

3.43**normal operation**

operation of equipment conforming electrically and mechanically with its design specification and used within the limits specified by the manufacturer

NOTE 1 The limits specified by the manufacturer may include persistent operational conditions, e.g. operation of a motor on a duty cycle.

NOTE 2 Variation of the supply voltage within stated limits and any other operational tolerance is part of normal operation.

3.44**level of protection**

subdivision of a Type of Protection, correlating with the Equipment Protection Level, that differentiates the likelihood of the equipment becoming a source of ignition

NOTE For example, Type of Protection intrinsic safety "i" is subdivided into Levels of Protection "ia", "ib", and "ic; which correlate with Equipment Protection Levels Ga, Gb, and Gc (for explosive gas atmospheres).

3.45**plastic**

a material which contains as an essential ingredient a high polymer and which at some stage in its processing into finished products can be shaped by flow

[IEV 212-04-02]

NOTE Elastomers, which are also shaped by flow, are not considered as plastics.

3.46**radio frequency**

electromagnetic waves from 9 kHz to 60 GHz

3.46.1**continuous transmission**

transmission where the duration of the pulse is greater than the half of the thermal initiation time

3.46.2**pulsed transmission**

transmission where the duration of the pulse is shorter than the half of the thermal initiation time, but the time between two consecutive pulses, however, is longer than three times the thermal initiation time

3.46.3

thermal initiation time

time (over which the threshold power is averaged) during which energy deposited by the spark accumulates in a small volume of gas around it without significant thermal dissipation

NOTE For times shorter than the thermal initiation time the total energy deposited by the spark will determine whether or not ignition occurs. For increasingly longer times, the power or rate at which energy is deposited becomes the determining factor for ignition.

3.46.4

threshold energy

Z_{th}

for a pulsed radio-frequency discharge, the maximum energy of the single pulse which can be extracted from the receiving body

3.46.5

threshold power

P_{th}

product of the effective output power of the transmitter multiplied by the antenna gain

NOTE The gain is produced by an antenna concentrating radiation in a particular direction and is always related to a specified reference antenna

3.47

rated value

quantity value, assigned generally by the manufacturer, for a specified operating condition of a component, device or apparatus

3.48

rating

set of rated values and operating conditions

3.49

replaceable battery pack

assembly consisting of one or more interconnected cells, along with any integrated protective components, which form a complete replaceable battery

3.50

service temperature

maximum or minimum temperature reached at specific points of the equipment when the equipment is operating at rated conditions, including ambient temperature and any external sources of heating or cooling. See 5.2

NOTE Equipment may reach different service temperatures in different parts.

3.51

spacings, electrical

separation distances between conductive parts at different electrical potentials

3.51.1

clearance

shortest distance in air between two conductive parts

3.51.2

creepage distance

shortest distance along the surface of a solid insulating material between two conductive parts

3.51.3**distance through casting compound**

shortest distance through a casting compound between two conductive parts

3.51.4**distance through solid insulation**

shortest distance through solid insulation between two conductive parts

3.51.5**distance under coating**

shortest distance between conductive parts along the surface of an insulating medium covered with insulating coating

3.52**symbol “U”**

symbol used to denote an Ex Component

NOTE The symbol “U” is used to identify that the equipment is incomplete and is not suitable for installation without further evaluation.

3.53**symbol “X”**

symbol used to denote specific conditions of use

NOTE The symbol “X” is used to provide a means of identifying that essential information for the installation, use, and maintenance of the equipment is contained within the certificate.

3.54**termination compartment**

separate compartment, or part of a main enclosure, communicating or not with the main enclosure, and containing connection facilities

3.55**test, routine**

test to which each individual device is subjected during or after manufacture to ascertain whether it complies with certain criteria

3.56**test, type**

test of one or more devices made to a certain design to show that the design meets certain specifications

3.57**type of protection**

specific measures applied to electrical equipment to avoid ignition of a surrounding explosive atmosphere

3.58**void**

unintentional space created as a consequence of the encapsulation process

3.59**working voltage**

highest r.m.s. value of the a.c. or d.c. voltage across any particular insulation which can occur when the equipment is supplied at rated voltage

NOTE 1 Transients are disregarded.

NOTE 2 Both open-circuit conditions and normal operating conditions are taken into account.

4 Equipment grouping

Electrical equipment for explosive atmospheres is divided into the following groups:

4.1 Group I

Electrical equipment of Group I is intended for use in mines susceptible to firedamp.

NOTE The types of protection for Group I take into account the ignition of both firedamp and coal dust along with enhanced physical protection for equipment used underground.

Electrical equipment intended for mines where the atmosphere, in addition to firedamp, may contain significant proportions of other flammable gases (i.e. other than methane), shall be constructed and tested in accordance with the requirements relating to Group I and also to the subdivision of Group II corresponding to the other significant flammable gases. This electrical equipment shall then be marked appropriately (for example, "Ex d I/IIB T3" or "Ex d I/II (NH₃)").

4.2 Group II

Electrical equipment of Group II is intended for use in places with an explosive gas atmosphere other than mines susceptible to firedamp.

Electrical equipment of Group II is subdivided according to the nature of the explosive gas atmosphere for which it is intended.

Group II subdivisions

- IIA, a typical gas is propane
- IIB, a typical gas is ethylene
- IIC, a typical gas is hydrogen

NOTE 1 This subdivision is based on the maximum experimental safe gap (MESG) or the minimum ignition current ratio (MIC ratio) of the explosive gas atmosphere in which the equipment may be installed. (See IEC 60079-20-1).

NOTE 2 Equipment marked IIB is suitable for applications requiring Group IIA equipment. Similarly, equipment marked IIC is suitable for applications requiring Group IIA or Group IIB equipment.

4.3 Group III

Electrical equipment of Group III is intended for use in places with an explosive dust atmosphere other than mines susceptible to firedamp.

Electrical equipment of Group III is subdivided according to the nature of the explosive dust atmosphere for which it is intended.

Group III subdivisions:

- IIIA: combustible flyings
- IIIB: non-conductive dust
- IIIC: conductive dust

NOTE Equipment marked IIIB is suitable for applications requiring Group IIIA equipment. Similarly, equipment marked IIIC is suitable for applications requiring Group IIIA or Group IIIB equipment.

4.4 Equipment for a particular explosive atmosphere

The electrical equipment may be tested for a particular explosive atmosphere. In this case, the information shall be recorded on the certificate and the electrical equipment marked accordingly.

5 Temperatures

5.1 Environmental influences

5.1.1 Ambient temperature

Electrical equipment designed for use in a normal ambient temperature range of -20 °C to $+40\text{ °C}$ does not require marking of the ambient temperature range. However, electrical equipment designed for use in other than this normal ambient temperature range is considered to be special. The marking shall then include either the symbol T_a or T_{amb} together with both the upper and lower ambient temperatures or, if this is impracticable, the symbol “X” shall be used to indicate specific conditions of use that include the upper and lower ambient temperatures. See item e) of 29.3 and Table 1.

NOTE The ambient temperature range may be a reduced range, e.g. $-5\text{ °C} \leq T_{amb} \leq 15\text{ °C}$.

Table 1 – Ambient temperatures in service and additional marking

Electrical equipment	Ambient temperature in service	Additional marking
Normal	Maximum: $+40\text{ °C}$ Minimum: -20 °C	None
Special	Specified by the manufacturer	T_a or T_{amb} with the special range, for example, $-30\text{ °C} \leq T_a \leq +40\text{ °C}$ or the symbol “X”

5.1.2 External source of heating or cooling

Where the electrical equipment is intended to be physically connected to a separate external source of heating or cooling, such as a heated or cooled process vessel or pipeline, the ratings of the external source shall be specified in the certificate and in the manufacturer's instructions.

NOTE 1 The external source of heating or cooling is frequently referred to as the “process temperature”.

NOTE 2 The way in which these ratings are expressed will vary according to the nature of the source. For sources generally larger than the equipment, the maximum or minimum temperature will usually be sufficient. For sources generally smaller than the equipment, or for heat conduction through thermal insulation, the rate of heat flow may be appropriate.

NOTE 3 The influence of radiated heat may need to be considered on the final installation. See IEC 60079-14.

5.2 Service temperature

Where this standard, or the standard for the specific type of protection, requires the service temperature to be determined at any place in the equipment, the temperature shall be determined for the rating of the electrical equipment when the equipment is subjected to maximum or minimum ambient temperature and, where relevant, the maximum rated external source of heating or cooling. Service temperature testing, when required, shall be in accordance with 26.5.1.

NOTE The rating of the electrical equipment includes the ambient temperature, the electrical supply and load, duty cycle or duty type, as assigned by the manufacturer, typically as shown in the marking.

5.3 Maximum surface temperature

5.3.1 Determination of maximum surface temperature

Maximum surface temperature shall be determined according to 26.5.1 considering the maximum ambient temperature and, where relevant, the maximum rated external source of heating.

5.3.2 Limitation of maximum surface temperature

5.3.2.1 Group I electrical equipment

For electrical equipment of Group I, the maximum surface temperature shall be specified in relevant documentation according to Clause 24.

This maximum surface temperature shall not exceed

- 150 °C on any surface where coal dust can form a layer,
- 450 °C where coal dust is not likely to form a layer (i.e., inside of a dust-protected enclosure).

NOTE When choosing Group I electrical equipment, the user should take into account the influence and the smouldering temperature of coal dusts if they are likely to be deposited in a layer on surfaces with temperatures above 150 °C.

5.3.2.2 Group II electrical equipment

The maximum surface temperature determined (see 26.5.1) shall not exceed:

- the temperature class assigned (see Table 2), or
- the maximum surface temperature assigned, or
- if appropriate, the ignition temperature of the specific gas for which it is intended.

Table 2 – Classification of maximum surface temperatures for Group II electrical equipment

Temperature class	Maximum surface temperature
	°C
T1	450
T2	300
T3	200
T4	135
T5	100
T6	85

NOTE More than one temperature class may be established for different ambient temperatures and different external sources of heating and cooling.

5.3.2.3 Group III electrical equipment

5.3.2.3.1 Maximum surface temperature determined without a dust layer

The maximum surface temperature determined (see 26.5.1) shall not exceed the maximum surface temperature assigned.

5.3.2.3.2 Maximum surface temperature with respect to dust layers

In addition to the maximum surface temperature required in 5.3.2.3.1, the maximum surface temperature may also be determined for a given depth of layer, T_L , of dust surrounding all sides of the equipment, unless otherwise specified in the documentation, and marked with the symbol “X” to indicate this specific condition of use in accordance with item d) of 29.5.

NOTE 1 A maximum depth of layer, T_L , may be specified by the manufacturer.

NOTE 2 Additional information on the application of equipment where dust layers up to 50 mm may accumulate on the equipment is given in IEC 60079-14.

5.3.3 Small component temperature for Group I or Group II electrical equipment

NOTE There is both theoretical and practical evidence to show that the smaller the heated surface, the higher the surface temperature required to ignite a given explosive atmosphere.

Small components, for example transistors or resistors, whose temperature exceeds that permitted for the temperature classification, shall be acceptable providing that they conform to one of the following:

- when tested in accordance with 26.5.3, small components shall not cause ignition of the flammable mixture and any deformation or deterioration caused by the higher temperature shall not impair the type of protection; or
- for T4 and Group I classification, small components shall conform to Table 3a and Table 3b; or
- for T5 classification, the surface temperature of a component with a surface area smaller than 1 000 mm² (excluding lead wires) shall not exceed 150 °C.

Table 3a – Assessment of temperature classification according to component size at 40 °C ambient temperature

Total surface area excluding lead wires	Equipment Group II		Equipment Group I	
	With temperature class T4		Dust excluded	
	Maximum surface temperature	Maximum power dissipation	Maximum surface temperature	Maximum power dissipation
	°C	W	°C	W
<20 mm ²	275		950	
≥20 mm ² ≤1 000 mm ²	200, or	1,3		3,3
>1 000 mm ²		1,3		3,3

**Table 3b – Assessment of temperature classification
Component surface area ≥ 20 mm²
Variation in maximum power dissipation with ambient temperature**

Maximum ambient temperature	°C	Equipment group	40	50	60	70	80
Maximum power dissipation	W	Group II	1,3	1,25	1,2	1,1	1,0
		Group I	3,3	3,22	3,15	3,07	3,0

For potentiometers, the surface to be considered shall be that of the resistance element and not the external surface of the component. The mounting arrangement and the heat-sinking and cooling effect of the overall potentiometer construction shall be taken into consideration during the test. Temperature shall be measured on the track with that current which flows under the test conditions required by the standard for the specific type of protection. If this results in a resistance value of less than 10 % of the track resistance value, the measurements shall be carried out at 10 % of the track resistance value.

For surface areas of not more than 1 000 mm², the surface temperature may exceed that for the temperature class marked on the Group II electrical equipment or the corresponding

maximum surface temperature for Group I electrical equipment, if there is no risk of ignition from these surfaces, with a safety margin of

- 50 K for T1, T2 and T3,
- 25 K for T4, T5 and T6 and Group I.

This safety margin shall be ensured by experience of similar components or by tests of the electrical equipment itself in representative explosive mixtures.

NOTE During the tests, the safety margin may be provided by increasing the ambient temperature or by increasing the power dissipation of the component. For methane, the second option is recommended.

6 Requirements for all electrical equipment

6.1 General

Electrical equipment and Ex Components shall

- a) comply with the requirements of this standard, together with one or more of the specific standards listed in Clause 1, and

NOTE 1 These specific standards may vary the requirements of this standard.

NOTE 2 All of the requirements for cable glands marked as type of protection “e” are located in IEC 60079-0.

- b) be constructed in accordance with the applicable safety requirements of the relevant industrial standards.

NOTE 3 It is not a requirement of this standard that compliance with these industrial standards be verified.

NOTE 4 If the electrical equipment or Ex Component is intended to withstand particularly adverse service conditions (for example, rough handling, humidity effects, ambient temperature variations, effects of chemical agents, corrosion), these should be specified to the manufacturer by the user. If certification is sought, it is not a requirement of this standard that the certification body confirm suitability for the adverse conditions. Special precautions should be taken when vibration effects on terminals, fuse holders, lampholders and current-carrying connections in general may impair safety, unless they comply with specific standards.

6.2 Mechanical strength of equipment

The equipment shall be subjected to the tests of 26.4. Guards relied upon to provide protection from impact shall be removable only by the use of a tool and shall remain in place for the required impact tests.

6.3 Opening times

Enclosures which can be opened more quickly than

- a) any incorporated capacitors, charged by a voltage of 200 V or more, to discharge to a value of residual energy of
 - 0,2 mJ for electrical equipment of Group I or Group IIA,
 - 0,06 mJ for electrical equipment of Group IIB,
 - 0,02 mJ for electrical equipment of Group IIC, including equipment marked Group II only,
 - 0,2 mJ for electrical equipment of Group III,

or double the above energy levels if the charging voltage is less than 200 V, or

- b) the surface temperature of enclosed hot components reduces to below the assigned maximum surface temperature of the electrical equipment

shall be marked with one of the following warning markings:

- an enclosure opening delay marking as specified in item a) of 29.12; or
- an enclosure opening marking as specified in item b) of 29.12.

6.4 Circulating currents in enclosures (e.g. of large electrical machines)

Where necessary, precautions shall be taken to guard against any effect due to the presence of circulating currents caused by stray magnetic fields, and the arcs or sparks that may occur as a result of interrupting such currents, or excessive temperatures caused by such currents.

NOTE 1 Stray magnetic fields can result in significant currents flowing both within and between bolted sections of multi-section enclosures often employed for large rotating electrical machines. This is most likely to occur during the starting of motors. It is important to avoid sparking from intermittent interruption of these currents.

NOTE 2 Although primarily a concern with large rotating machines, the same situation can occur in other equipment with large stray magnetic fields interacting with bolted sections of multi-section enclosures.

NOTE 3 Examples of precautions that can be taken include:

- the provision of equipotential bonding; or
- the provision of an adequate quantity of fasteners.

Where equipotential bonding conductors are employed, they shall be adequately rated for the anticipated currents and they shall be arranged to ensure reliable current transfer without the risk of sparking under adverse operating conditions, such as vibration or corrosion. The bonds shall be protected against corrosion and loosening in accordance with 15.4 and 15.5. Particular care shall be taken with bare flexible conductors in close proximity to the bonded parts.

Bonding conductors are not required where insulation ensures that circulating currents cannot flow between parts. The insulation of such parts shall be capable of withstanding a voltage of 100 V r.m.s for 1 min. However, provision shall be made for adequate earthing of isolated exposed conductive parts.

6.5 Gasket retention

Where the degree of protection provided by the enclosure depends on a gasketed joint which is intended to be opened for installation or maintenance purposes, gaskets shall be attached or secured to one of the mating faces to prevent loss, damage or incorrect assembly. The gasket material shall not itself adhere to the other joint face. When the joint is opened and re-closed prior to the tests for degree of protection by enclosure, it shall be verified that the gasket material has not adhered to the other joint face. (See 26.4.1.2).

NOTE An adhesive may be used for attaching a gasket to one of the mating faces.

6.6 Electromagnetic and ultrasonic energy radiating equipment

The energy levels shall not exceed the values given below.

NOTE Additional information on the application of higher power radiating sources can be found, for Group I and Group II, in CLC/TR50427. The results of the TR are based on far field conditions.

6.6.1 Radio frequency sources

The threshold power of radio frequency (9 kHz to 60 GHz) for continuous transmissions and for pulsed transmissions whose pulse durations exceed the thermal initiation time shall not exceed the values shown in Table 4. Programmable or software control intended for setting by the user shall not be permitted.

Table 4 – Radio frequency power thresholds

Equipment for	Threshold power	Thermal initiation time
	W	µs
Group I	6	200
Group IIA	6	100
Group IIB	3,5	80
Group IIC	2	20
Group III	6	200

For pulsed radar and other transmissions where the pulses are short compared with the thermal initiation time, the threshold energy values Z_{th} shall not exceed those given in Table 5.

Table 5 – Radio-frequency energy thresholds

Equipment for	Threshold energy Z_{th}
	µJ
Group I	1 500
Group IIA	950
Group IIB	250
Group IIC	50
Group III	1 500

NOTE 1 In Tables 4 and 5, the same values are applied for Ma, Mb, Ga, Gb, Gc, Da, Db, or Dc equipment due to the large safety factors involved.

NOTE 2 In Tables 4 and 5, the values for Group III are adopted from Group I and not based on experimental results.

NOTE 3 In Tables 4 and 5; the values apply in normal operation, provided that the user of the equipment does not have access to adjust the equipment to give higher values. It is not necessary to consider possible increases in power caused by faults, due to the large safety margins involved and the strong likelihood that RF amplifiers will rapidly fail if a fault occurs that significantly increases the output power.

6.6.2 Lasers or other continuous wave sources

NOTE The values for Ga, Gb, and Gc can be found in IEC 60079-28.

The output parameters of lasers or other continuous wave sources of electrical equipment of EPL Ma or Mb shall not exceed the following values:

- 20 mW/mm² or 150 mW for continuous wave lasers and other continuous wave sources, and
- 0,1 mJ/mm² for pulse lasers or pulse light sources with pulse intervals of at least 5 s.

The output parameters of lasers or other continuous wave sources of electrical equipment of EPL Da or Db shall not exceed the following values:

- 5 mW/mm² or 35 mW for continuous wave lasers and other continuous wave sources, and
- 0,1 mJ/mm² for pulse lasers or pulse light sources with pulse intervals of at least 5 s.

The output parameters of lasers or other continuous wave sources of electrical equipment of EPL Dc shall not exceed the following:

- 10 mW/mm² or 35 mW for continuous wave lasers and other continuous wave sources, and

- 0,5 mJ/mm² for pulse lasers or pulse light sources.

Radiation sources with pulse intervals of less than 5 s are regarded as continuous wave sources.

6.6.3 Ultrasonic sources

The output parameters from ultrasonic sources of electrical equipment of EPL Ma, Mb, Ga, Gb, Gc, Da, Db, or Dc shall not exceed the following values:

- 0,1 W/cm² and 10 MHz for continuous sources,
- average power density 0,1 W/cm² and 2 mJ/cm² for pulse sources.

7 Non-metallic enclosures and non-metallic parts of enclosures

7.1 General

7.1.1 Applicability

The requirements given in this clause and in 26.7 shall apply to non-metallic enclosures and non-metallic parts of enclosures, on which the type of protection depends.

NOTE 1 Some examples of non-metallic parts of enclosures upon which the type of protection depends include cover sealing rings of an “e” or “t” enclosure, filling compounds of a “d” or “e” cable gland, sealing rings of cable glands, seals of switch actuators for an “e” enclosure, etc.

NOTE 2 Some of the subparts of this standard may make the “non-metallic parts of enclosures” requirements given in this clause applicable to parts, which are not enclosures, but on which the type of protection depends, e.g. “d” bushings, “e” terminals.

7.1.2 Specification of materials

7.1.2.1 General

The documents according to Clause 24 shall specify the material of the enclosure or part of the enclosure.

7.1.2.2 Plastic materials

The specification for plastic materials shall include the following:

- a) the name or registered trademark of the resin manufacturer or compounder;
- b) the identification of the material, including its colour, type and percentage of fillers and other additives, if used;
- c) the possible surface treatments, such as varnishes, etc.;
- d) the temperature index TI, corresponding to the 20 000 h point on the thermal endurance graph without loss of flexural strength exceeding 50 %, determined in accordance with IEC 60216-1 and IEC 60216-2 and based on the flexing property in accordance with ISO 178. If the material does not break in this test before exposure to the heat, the index shall be based on the tensile strength in accordance with ISO 527-2 with test bars of Type 1A or 1B. As an alternative to the TI, the relative thermal index (RTI – mechanical) may be determined in accordance with ANSI/UL 746B.
- e) when applicable, data supporting compliance with 7.3 (resistance to ultraviolet light).

The source of the test data for these characteristics shall be identified.

NOTE It is not a requirement of this standard that conformity to the specification of the plastic material be verified.

7.1.2.3 Elastomers

The specification for elastomers shall include the following:

- a) the name or registered trademark of the resin manufacturer or compounder;
- b) the identification of the material, including its colour, type and percentage of fillers and other additives, if used;
- c) the possible surface treatments, such as varnishes, etc.;
- d) the continuous operating temperature (COT);
- e) when applicable, data supporting compliance with 7.3 (resistance to ultraviolet light).

The source of the test data for these characteristics shall be identified.

NOTE It is not a requirement of this standard that conformity to the manufacturer's specification of the elastomer be verified.

7.2 Thermal endurance

7.2.1 Tests for thermal endurance

The tests for endurance to heat and to cold shall be conducted in accordance with 26.8 and 26.9.

7.2.2 Material selection

The plastic materials shall have a temperature index "TI" or RTI – mechanical (according to 7.1.2) of at least 20 K greater than the maximum service temperature of the enclosure or the part of the enclosure (see 26.5.1).

The elastomers shall have a continuous operating temperature (COT) range that includes a minimum temperature that is below, or equal to, the minimum service temperature and a maximum temperature that is at least 20 K above the maximum service temperature.

NOTE Equipment may have different service temperatures on different parts of the equipment. Selection and testing of individual materials is based on the specific service temperature of that part, but may alternatively be based on the maximum (or minimum) service temperature of the complete equipment.

7.2.3 Alternative qualification of elastomeric sealing O-rings

Elastomeric sealing O-rings are normally qualified as a part of the complete equipment enclosure when the ingress protection of the enclosure (IP) is required by the type of protection. Alternatively, a metal enclosure incorporating elastomeric sealing O-rings, according to ISO 3601-1, used in defined mounting conditions according to ISO 3601-2, is permitted to be evaluated using a test fixture instead of testing the O-ring assembled in the complete equipment enclosure. The test fixture shall replicate the dimensions of the complete equipment enclosure O-ring mounting. The tests shall be conducted according to 26.16. The O-ring is then mounted in the complete equipment enclosure and subjected to the required IP tests of 26.4.5.

NOTE The compression set value determined after the tests of 26.16 is necessary for subsequent comparison to O-rings of alternative materials for the same application.

For the qualification of additional O-ring materials, the IP tests are not required if, subsequent to the tests of 26.16, the compression set of the alternative O-ring is less than or equal to that of the originally tested O-ring.

7.3 Resistance to light

The resistance to light of the enclosures, or parts of enclosures, of non-metallic materials shall be satisfactory (see 26.10). Materials meeting the ultraviolet light exposure requirements (f1) in ANSI/UL 746C are considered satisfactory.

Where not otherwise protected from exposure to light, a test of resistance of the material to ultraviolet light shall be made if the enclosure or parts of the enclosure, upon which the type of protection depends, are made of non-metallic materials. For Group I equipment, the test applies only to luminaires.

If the equipment is protected from light (for example, daylight or light from luminaires) when installed, and, in consequence, the test is not carried out, the equipment shall be marked by the symbol "X" to indicate this specific condition of use according to item e) of 29.3.

NOTE 1 It is generally acknowledged that glass and ceramic materials are not adversely affected by the resistance to light test, and testing may not be necessary.

NOTE 2 The tests for resistance to light are conducted on special test bars and not on the enclosure. Therefore, the special test bars are not required to be subjected to the tests of enclosures (26.4) prior to the tests for resistance to light.

7.4 Electrostatic charges on external non-metallic materials

7.4.1 Applicability

The requirements of this subclause only apply to external non-metallic materials of electrical equipment.

The requirements of 7.4 also apply to non-metallic parts which are applied to the external surface of an enclosure.

NOTE 1 Non-metallic paints, films, foils, and plates are typically attached to external surfaces of enclosures to provide additional environmental protection. Their ability to store an electrostatic charge is addressed by this clause.

NOTE 2 It is generally acknowledged that glass is not susceptible to storing an electrostatic charge.

7.4.2 Avoidance of a build-up of electrostatic charge on Group I or Group II electrical equipment

Electrical equipment shall be so designed that under normal conditions of use, maintenance and cleaning, danger of ignition due to electrostatic charges shall be avoided. This requirement shall be satisfied by one of the following:

- a) by suitable selection of the material so that surface resistance complies with either of the limits given below when measured in accordance with 26.13;

$10^9 \Omega$ measured at (50 ± 5) % relative humidity; or

$10^{11} \Omega$ measured at (30 ± 5) % relative humidity

- b) by limitation of the surface area of non-metallic parts of enclosures as shown in Table 6.

The surface area is defined as follows:

- for sheet materials, the area shall be the exposed (chargeable) area;
- for curved objects, the area shall be the projection of the object giving the maximum area;
- for individual non-metallic parts, the area shall be evaluated independently if they are separated by conductive earthed frames.

The values for surface area can be increased by a factor of four if the exposed area of non-metallic material is surrounded by and in contact with conductive earthed frames.

Alternatively, for long parts with non-metallic surfaces, such as tubes, bars, or ropes, the surface area need not be considered, but the diameters or widths shall not exceed the values shown in Table 7. Cables for connection of external circuits are not considered to fall under this requirement. See 16.7.

- c) by limitation of a non-metallic layer bonded to a conductive surface. The thickness of the non-metallic layer shall not exceed the values shown in Table 8 or the breakdown voltage

shall be ≤ 4 kV (measured across the thickness of the insulating material according to the method described in IEC 60243-1);

- d) by provision of a conductive coating. Non-metallic surfaces may be covered with a bonded durable conductive coating. The resistance between coating and either the point of bond (in the case of equipment for fixed installations) or the farthest point of potential contact with the enclosure (in the case of portable equipment) shall not exceed $10^9 \Omega$. The resistance shall be measured in accordance with 26.13 but using a 100 mm^2 electrode at the worst case position of the surface and either the bond or the farthest point of potential contact. The equipment shall be marked "X" in accordance with item e) of 29.3 and the documentation shall provide guidance on the use of the bonding connection (for fixed equipment) and provide information to enable the user to decide on the durability of the coating material with respect to the environmental conditions;

NOTE 1 The environmental conditions that have an effect on the coating material may include influences from small particles in an air stream, solvent vapours, and the like.

- e) for fixed installations where the installation is intended to minimize the risk from electrostatic discharge, by marking the equipment "X" in accordance with item e) of 29.3. . The instructions shall provide guidance for the user to minimize the risk from electrostatic discharge. Where practicable, the equipment shall also be marked with the electrostatic charge warning given in item g) of 29.12.

NOTE 2 Guidance on the risk of ignition from electrostatic discharge can be found in EN TR50404 and future IEC/TS 60079-32.

NOTE 3 Care should be taken when selecting the use of a warning label for static risk control. In many industrial applications, especially coal mining, it is highly likely that warning labels may become illegible through the deposition of dusts. If this is the case, it is possible that the act of cleaning the label may cause a static discharge.

NOTE 4 When selecting electrical insulating materials, attention should be paid to maintaining a minimum insulation resistance to avoid problems arising from touching exposed non-metallic parts that are in contact with live parts.

Table 6 – Limitation of surface areas

Maximum surface area mm ²				
Group I equipment	Group II equipment			
	Equipment protection level	Group IIA	Group IIB	Group IIC
10 000	EPL Ga	5 000	2 500	400
	EPL Gb	10 000	10 000	2 000
	EPL Gc	10 000	10 000	2 000

Table 7 – Maximum diameter or width

Maximum diameter or width mm				
Group I equipment	Group II equipment			
	Equipment protection level	Group IIA	Group IIB	Group IIC
30	EPL Ga	3	3	1
	EPL Gb	30	30	20
	EPL Gc	30	30	20

Table 8 – Limitation of thickness of non-metallic layer

Maximum thickness mm				
Group I equipment	Group II equipment			
	Equipment protection level	Group IIA	Group IIB	Group IIC
2	EPL Ga	2	2	0,2
	EPL Gb	2	2	0,2
	EPL Gc	2	2	0,2

NOTE 5 These thickness limitations do not apply to non-metallic layers that have a surface resistance of less than $10^9 \Omega$ or $10^{11} \Omega$, as applicable. See 7.4.2 a).

NOTE 6 One of main reasons for the thickness limitation is that the maximum thickness of non-metallic layer is intended to permit dissipation of charge through the insulation to earth, By this means the static charge is not able to build up to incendive levels.

7.4.3 Avoidance of a build-up of electrostatic charge on equipment for Group III

Painted/coated metal equipment and equipment of plastic material shall be so designed that under normal conditions of use, danger of ignition due to propagating brush discharges is avoided.

Enclosures of plastic material cannot be charged to such a critical charge density that propagating brush discharges can be generated. However, no extended flat conductive surfaces shall be installed inside the enclosure within a distance of 8 mm to the outer surface.

NOTE 1 An internal printed circuit board may be considered to be an extended flat conductive surface, though this need not be applied in small hand-held equipment unless the equipment is likely to be subjected to a prolific charge generating mechanism (such as might occur in pneumatic transfer of powders or charge spraying in a powder coating process). Charging through normal handling of hand-held equipment is not considered to lead to a prolific charge generating mechanism and therefore would not lead to a situation where a propagating brush discharge might occur.

NOTE 2 A single flat conductive surface not exceeding 500 mm^2 is not considered to be an extended flat surface. This allows for the standoffs or brackets used for the mounting of conductive flat plates inside of an enclosure.

If plastic with a surface area exceeding 500 mm^2 is employed as a covering on a conductive material, the plastic shall have one or more of the following characteristics:

- by suitable selection of the material so that surface resistance complies with the limits given in 26.13;
- a breakdown voltage $\leq 4 \text{ kV}$ (measured across the thickness of the insulating material according to the method described in IEC 60243-1);
- a thickness $\geq 8 \text{ mm}$ of the external insulation on metal parts;

NOTE 3 External insulation of 8 mm and greater on metal parts such as measurement probes or similar components make propagating brush discharges unlikely to occur. When evaluating the minimum thickness of the insulation to be used or specified it is necessary to allow for any expected wear under normal usage.

- by marking the equipment "X" in accordance with item e) of 29.3. This is only applicable to electrical equipment intended for fixed installations where the installation is intended to minimize the risk from electrostatic discharge. The instructions shall provide guidance for the user to minimize the risk from electrostatic discharge.

7.5 Accessible metal parts

Accessible, metal parts with a resistance to earth of more than $10^9 \Omega$ could be susceptible to electrostatic charges that could become a source of ignition and shall be tested in accordance with the test method in 26.14. If the measured capacitance of each metal part exceeds the value shown in Table 9, the equipment shall be marked "X" in accordance with item e) of 29.3

and the specific condition of use shall specify the value of capacitance determined to allow the user to determine suitability in the specific application.

NOTE 1 Guidance on the risk of ignition from electrostatic discharge can be found in EN TR50404 and IEC/TR60079-32 (in preparation).

Table 9 – Maximum capacitance of unearthed metal parts

Maximum capacitance pF				
Group I or Group III equipment	Group II equipment			
	Equipment protection level	Group IIA	Group IIB	Group IIC
10	EPL Ga	3	3	3
	EPL Gb	10	10	3
	EPL Gc	10	10	3

NOTE 2 It is generally accepted that an unearthed metal fastener such as a cover screw will present a capacitance of not more than 3 pF.

NOTE 3 For Group III equipment intended for use in ducts or pipes subject to the presence of fast moving dust, a lower limiting value for capacitance is under consideration.

8 Metallic enclosures and metallic parts of enclosures

8.1 Material composition

The documents according to Clause 24 shall specify the material of the enclosure or part of the enclosure.

NOTE 1 It is not a requirement of this standard that the chemical composition of material be verified by test.

NOTE 2 Paint or coatings applied to metallic enclosures may also have to be considered as non-metallic parts of an enclosure and the requirements of Clause 7 apply.

8.2 Group I

Materials used in the construction of enclosures of Group I electrical equipment of EPL Ma or Mb shall not contain, by mass, more than

- 15 % in total of aluminium, magnesium, titanium and zirconium, and
- 7,5 % in total of magnesium, titanium and zirconium.

The above requirement need not apply to Group I portable measuring equipment, but this equipment shall then be marked “X” in accordance with item e) of 29.3 and the specific condition of use shall indicate the special precautions to be applied during storage, transportation and use.

8.3 Group II

Materials used in the construction of enclosures of Group II electrical equipment for the identified equipment protection levels shall not contain, by mass, more than:

- for EPL Ga
10 % in total of aluminium, magnesium, titanium and zirconium, and
7,5 % in total of magnesium, titanium and zirconium;
- for EPL Gb
7,5 % in total of magnesium, titanium and zirconium;

- for EPL Gc
no requirements except for fan impellers, fan hoods and ventilating screens, which shall comply with the requirements for EPL Gb.

When the material limits are exceeded for equipment of EPL Ga or Gb, the equipment shall be marked with an "X" in accordance with item e) of 29.3 and the specific conditions of use shall contain sufficient information to enable the user to determine the suitability of the equipment for the particular application, for example, to avoid an ignition hazard due to impact or friction.

8.4 Group III

Materials used in the construction of enclosures of Group III electrical equipment for the identified equipment protection levels shall not contain, by mass, more than:

- for EPL Da
7,5 % in total of magnesium, titanium and zirconium;
- for EPL Db
7,5 % in total of magnesium, titanium and zirconium;
- for EPL Dc
no requirements except for fan impellers, fan hoods and ventilating screens, which shall comply with the requirements for EPL Db.

When the material limits are exceeded for equipment of EPL Da or Db, the equipment shall be marked with an "X" in accordance with item e) of 29.3 and the specific conditions of use shall contain sufficient information to enable the user to determine the suitability of the equipment for the particular application, for example, to avoid an ignition hazard due to impact or friction.

9 Fasteners

9.1 General

Parts necessary to achieve a specific type of protection or used to prevent access to uninsulated live parts shall be capable of being released or removed only with the aid of a tool.

Fastening screws for enclosures of materials containing light metals may be made of light metal or non-metallic material if the material of the fastener is compatible with that of the enclosure.

Threaded holes for fasteners which secure covers intended to be opened in service for adjustment, inspection and other operational reasons shall only be tapped into the material when the thread form is compatible with the material of the enclosure.

9.2 Special fasteners

When any of the standards for a specific type of protection requires a special fastener, this shall conform to the following:

- the thread shall be a metric thread of coarse pitch in accordance with ISO 262, with a tolerance fit of 6g/6H in accordance with ISO 965-1 and ISO 965-3;
- the head of the screw or nut shall be in accordance with ISO 4014, ISO 4017, ISO 4032, ISO 4762, ISO 7380, or ISO 14583 and, in the case of hexagon socket set screws, ISO 4026, ISO 4027, ISO 4028 or ISO 4029; Other heads of a screw or nut are permitted if the equipment is marked "X" in accordance with item e) of 29.3 and the specific condition of use shall fully specify the fasteners and indicate that the fasteners shall only be replaced with identical ones;
- the holes in the electrical equipment shall comply with the requirements of 9.3.

NOTE For Group I electrical equipment, the heads of special fasteners liable to mechanical damage in normal service, which may invalidate the type of protection, should be protected, for example, by the use of shrouds or counter-bored holes.

9.3 Holes for special fasteners

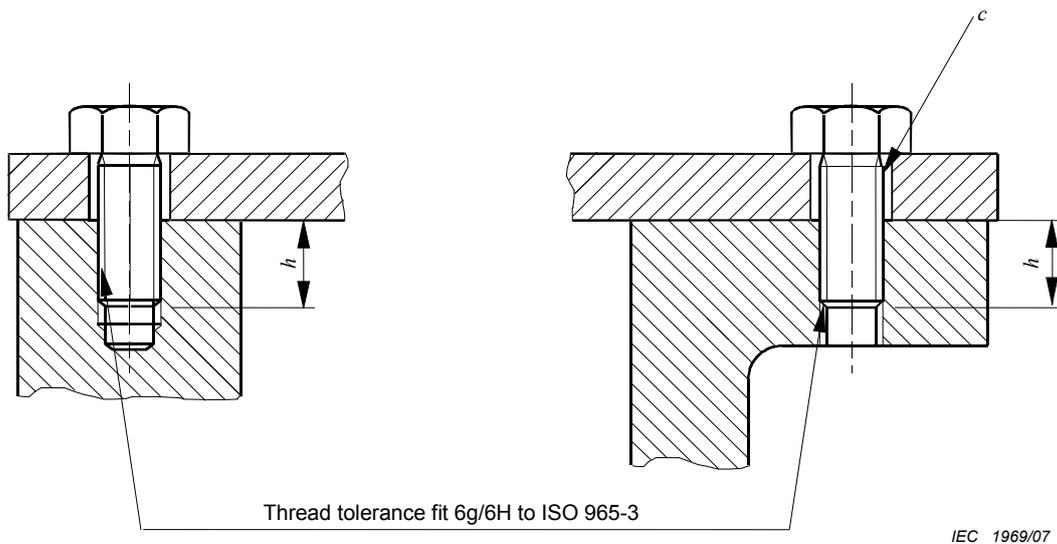
9.3.1 Thread engagement

Holes for special fasteners, as specified in 9.2, shall be threaded for a distance to accept a thread engagement, h , at least equal to the major diameter of the thread of the fastener (see Figures 1 and 2).

9.3.2 Tolerance and clearance

The female thread shall have a tolerance class of 6H in accordance with ISO 965-1 and ISO 965-3, and either

- a) the hole under the head of the associated fastener shall allow a clearance not greater than that specified for the "medium series: H13" per ISO 273(see Figure 1); or
- b) the hole under the head (or nut) of an associated reduced shank fastener shall be threaded to enable the fastener to be retained. The dimensions of the threaded hole shall be such that the surrounding surface in contact with the head of such a fastener shall be at least equal to that of a fastener without a reduced shank in a clearance hole (see Figure 2).

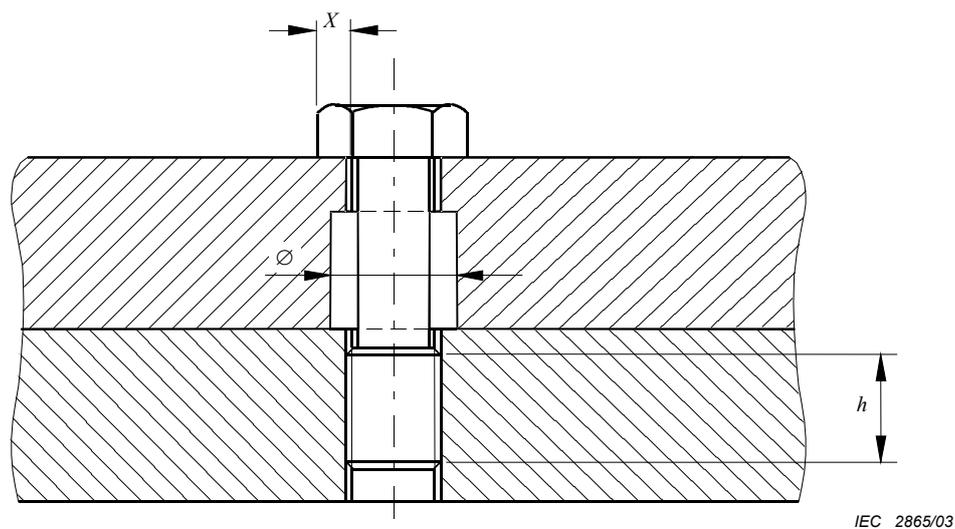


Key

h ≥ major diameter of the thread of the fastener

c ≤ maximum clearance permitted for the "medium series: H13" per ISO 273

Figure 1 – Tolerances and clearance for threaded fasteners



Key

- Ø standard clearance hole appropriate to the thread form
- h \geq major diameter of the thread of the fastener
- X contact dimension of a reduced shank fastener
- X \geq the contact dimension of a standard head of a standard fastener (without reduced shank) threaded throughout its length with the size of thread used

Figure 2 – Contact surface under head of fastener with a reduced shank

9.3.3 Hexagon socket set screws

In the case of hexagon socket set screws, the screw shall have a tolerance class of 6h in accordance with ISO 965-1 and ISO 965-3 and shall not protrude from the threaded hole after tightening.

10 Interlocking devices

Where an interlocking device is used to maintain a specific type of protection, it shall be so constructed that its effectiveness cannot easily be defeated.

NOTE The intent is that the interlock be designed such that it cannot be easily defeated by common tools such as a screwdriver, pliers, or a similar tool.

11 Bushings

Bushings used as connection facilities and which may be subjected to a torque during connection or disconnection, shall be mounted in such a way that all parts are secured against turning.

The relevant torque test is specified in 26.6.

12 Materials used for cementing

The documents, according to Clause 24, shall include a data sheet or statement from the cement manufacturer to show that, the materials used for cementing on which the type of protection depends, have a thermal stability adequate for the minimum and maximum service temperatures to which they shall be subjected.

The materials used for cementing shall have a continuous operating temperature (COT) range that includes a minimum temperature that is below, or equal to, the minimum service temperature and a maximum temperature that is at least 20 K above the maximum service temperature.

NOTE 1 Equipment may have different service temperatures on different parts of the equipment. Selection and testing of individual materials is based on the specific service temperature of that part, but may alternatively be based on the maximum (or minimum) service temperature of the complete equipment.

NOTE 2 If the cementing is to withstand adverse service conditions, appropriate measures should be agreed between the user and the manufacturer (see 6.1).

13 Ex Components

13.1 General

Ex Components shall comply with the requirements given in Annex B. Examples of Ex Components include:

- a) an empty enclosure; or
- b) components or assemblies of components for use with equipment which complies with the requirements of one or more of the types of protection listed in Clause 1.

13.2 Mounting

Ex Components may be mounted:

- a) completely within an equipment enclosure (for example, a type "e" terminal, ammeter, heater or indicator; a type "d" switch component or thermostat, a type "m" switch component or thermostat, a type "i" supply); or
- b) completely external to the equipment enclosure (for example, a type "e" earth terminal, a type "i" sensor); or
- c) partly within and partly external to the equipment enclosure (for example, a type "d" push button switch, a type "t" push button switch, a limit switch or indicating lamp, a type "e" ammeter, a type "i" indicator).

13.3 Internal mounting

Where the Ex Component is mounted completely within the enclosure, the only parts that shall be tested or assessed are those parts which have not been tested and/or assessed as a separate component (for example, test or assessment of surface temperature, creepage distance and clearance from the component to surrounding conducting parts).

13.4 External mounting

Where the Ex Component is mounted external to the enclosure or partly within and partly external to the enclosure, the interface between the Ex Component and the enclosure shall be tested or assessed for compliance with the relevant type of protection and the enclosure tests as specified in 26.4.

13.5 Ex Component certificate

As Ex Components are not intended to be used alone and require additional consideration when incorporated into electrical equipment or systems, they do not have "Specific Conditions of Use" along with the associated "X" suffix for the certificate number. Where this standard or one of its sub-parts specify "Specific Conditions of Use" and the associated "X" suffix for the certificate number, a "Schedule of Limitations" for the Ex Component certificate and the associated "U" suffix for the Ex Component certificate number shall be substituted for an Ex Component. See also 28.2.

14 Connection facilities and termination compartments

14.1 General

Electrical equipment intended for connection to external circuits shall include connection facilities, with the exception of electrical equipment that is manufactured with a cable permanently connected to it.

14.2 Termination compartment

Termination compartments and their access openings shall be dimensioned so that the conductors can be readily connected.

14.3 Type of protection

Termination compartments shall comply with one of the specific types of protection listed in Clause 1.

14.4 Creepage and clearance

Termination compartments shall be so designed that after proper connection of the conductors, the creepage distances and the clearances comply with the requirements, if any, of the specific type of protection concerned.

15 Connection facilities for earthing or bonding conductors

15.1 Equipment requiring earthing

15.1.1 Internal

A connection facility for the connection of an earthing conductor shall be provided inside the electrical equipment adjacent to the other connection facilities.

15.1.2 External

An additional external connection facility for an equipotential bonding conductor shall be provided for electrical equipment with a metallic enclosure, except for electrical equipment which is designed to be:

- a) moved when energized and is supplied by a cable incorporating an earthing or equipotential bonding conductor; or
- b) installed only with wiring systems not requiring an external earth connection, for example, metallic conduit or armoured cable.

The manufacturer shall provide details on any earthing or equipotential bonding required for the installation under conditions a) or b) above in the instructions provided in accordance with Clause 30.

The additional external connection facility shall be electrically in contact with the connection facility required in 15.1.1.

NOTE The expression "electrically in contact" does not necessarily involve the use of a conductor.

15.2 Equipment not requiring earthing

Where there is no requirement for earthing or bonding, for example, in some types of electrical equipment having double or reinforced insulation, or for which supplementary earthing is not necessary, an internal or external earthing or bonding facility need not be provided.

NOTE Double insulated equipment, while not presenting a risk of electrical shock, may need to be earthed or bonded to reduce the risk of ignition.

15.3 Size of conductor connection

Protective earthing (PE) conductor connection facilities shall allow for the effective connection of at least one conductor with a cross-sectional area given in Table 10. Protective earthing (PE) conductor connection facilities for electrical machines shall be according to IEC 60034-1.

Table 10 – Minimum cross-sectional area of PE conductors

Cross-sectional area of phase conductors, S mm ²	Minimum cross-sectional area of the corresponding PE conductor, S_p mm ²
$S \leq 16$	S
$16 < S \leq 35$	16
$S > 35$	$0,5 S$

Equipotential bonding connection facilities on the outside of electrical equipment shall provide effective connection of a conductor with a cross-sectional area of at least 4 mm². When this connection facility is also intended to serve as the PE connection, the requirements of Table 10 apply.

15.4 Protection against corrosion

Connection facilities shall be effectively protected against corrosion. Special precautions shall be taken if one of the parts in contact consists of a material containing light metal, for example, by using an intermediate part made of steel when making a connection to a material containing light metals.

15.5 Secureness of electrical connections

Connection facilities shall be designed so that the electrical conductors cannot be readily loosened or twisted. Contact pressure on the electrical connections shall be maintained and not be affected by dimensional changes of insulating materials in service, due to factors such as temperature or humidity. For non-metallic walled enclosures provided with an internal earth continuity plate, the test of 26.12 shall be applied.

NOTE An internal earth continuity plate may be fitted, for example, to allow for use of metallic cable glands without the use of separate individual earthing tags. The material and dimensions of the earth continuity plate should be appropriate for the anticipated fault current.

16 Entries into enclosures

16.1 General

Entry into the equipment shall be either by a plain or threaded hole located in

- the wall of the enclosure, or
- an adaptor plate designed to be fitted in or on the walls of the enclosure.

NOTE Further information on the installation of conduit or associated fittings into threaded or plain holes can be found in IEC 60079-14.

16.2 Identification of entries

The manufacturer shall specify, in the documents submitted according to Clause 24, the entries, their position on the equipment and the number permitted. The thread form (for

example, metric or NPT) of threaded entries shall be marked on the equipment or shall appear in the installation instructions (see Clause 30).

NOTE 1 It is not intended that individual entries be marked, unless required by the specific type of protection.

NOTE 2 Where a great variety of possible locations for entries is foreseen, the area for the entries, the size of entries and entry spacing are typically provided.

16.3 Cable glands

Cable glands, when installed in accordance with the instructions required by Clause 30, shall not invalidate the specific characteristics of the type of protection of the electrical equipment on which they are mounted. This shall apply to the whole range of cable dimensions specified by the manufacturer of the cable glands as suitable for use with those glands. Cable glands may form an integral part of the equipment, i.e. one major element or part forms an inseparable part of the enclosure of the equipment. In such cases, the glands shall be tested with the equipment.

Non-threaded cable glands shall be certified as Ex Components or certified with the complete equipment.

Threaded cable glands and cable transit devices shall be certified as Ex Cable Glands, certified as Ex Components, or certified with the complete equipment.

Cable glands, whether integral or separate, shall meet the relevant requirements of Annex A.

16.4 Blanking elements

Blanking elements, intended to close unused openings in the enclosure walls of electrical equipment, shall satisfy the requirements of the specific type of protection concerned. The blanking element shall only be removable with the aid of a tool.

Non-threaded blanking elements shall be certified as Ex Components or certified with the complete equipment.

Threaded blanking elements shall be certified as Ex Blanking Elements, certified as Ex Components, or certified with the complete equipment.

16.5 Thread adapters

Thread adapters shall satisfy the requirements of the specific type of protection concerned.

Thread adapters shall be certified as Ex Thread Adapters, certified as Ex Components, or certified with the complete equipment.

16.6 Temperature at branching point and entry point

When the temperature under rated conditions is higher than 70 °C at the entry point or 80 °C at the branching point of the conductors, information shall be marked on the equipment exterior to provide guidance to the user on the proper selection of cable and cable gland or conductors in conduit. See Figure 3.

NOTE In cases where the information for the proper selection of cables, cable glands, and conductors in conduit is extensive, the marking need only be a reference to detailed information in the equipment instructions.

16.7 Electrostatic charges of cable sheaths

For the purposes of this standard, the sheaths of cables used for the connection of external circuits are not considered non-metallic enclosures or parts of enclosures as described by Clause 7 and need not be assessed against those requirements.

NOTE The electrostatic risk of cables is addressed by IEC 60079-14.

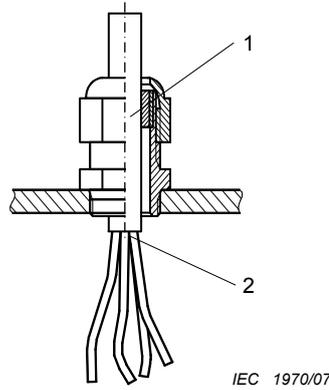


Figure 3a – Cable gland

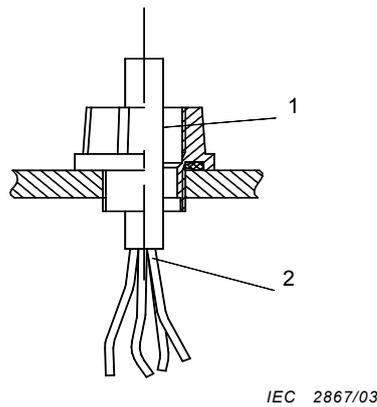


Figure 3b – Conduit entry

Key

- 1 entry point (where the sealing, if any, occurs)
- 2 branching point

Figure 3 – Illustration of entry points and branching points

17 Supplementary requirements for rotating machines

17.1 Ventilation

17.1.1 Ventilation openings

The degree of protection (IP) of ventilation openings shall be at least:

- IP20 on the air inlet side,
- IP10 on the air outlet side,

according to IEC 60034-5.

For vertical rotating machines and vertical rotating fans, foreign objects shall be prevented from falling into the ventilation openings. For Group I rotating machines, the degree of

protection IP10 is adequate only when the openings are designed or arranged so that foreign objects with dimensions above 12,5 mm cannot be carried onto the moving parts of the machine either by falling vertically or by vibration.

For fans intended to be mounted in ventilation duct systems, the requirements for IP-protection and other requirements for parts providing the IP-protection (e.g. impact test, light alloy requirements) can be fulfilled at the inlet and outlet of the duct. In such a case, the fan shall be marked “X” in accordance with item e) of 29.3 and the specific condition of use shall specify the criteria for the selection of the inlet and outlet guarding.

17.1.2 Materials for external fans

The external fan impellers, fan hoods, and ventilation screens manufactured from non-metallic materials shall comply with Clause 7. For Group II rotating machines, impellers of external fans having a peripheral speed of below 50 m/s, need not comply with the requirements of 7.4.

The external fan impellers, fan hoods, and ventilation screens manufactured from materials containing light metals, shall comply with Clause 8.

17.1.3 Cooling fans of rotating machines

17.1.3.1 Fans and fan hoods

External cooling fans of rotating machines shall be enclosed by a fan hood and shall meet the requirements of 17.1.3.2 and 17.1.3.3.

17.1.3.2 Construction and mounting of the ventilating systems

Fans, fan hoods and ventilation screens shall be constructed to meet the requirements of the resistance to impact test according to 26.4.2 and the acceptance criteria given in 26.4.4.

17.1.3.3 Clearances for the ventilating system

Taking into account design tolerances, the clearances in normal operation between the fan impellor and its fan hood, the ventilation screens and their fasteners, shall be at least one-hundredth of the maximum diameter of the fan impellor, except that the clearances need not exceed 5 mm and may be reduced to 1 mm where the opposing parts are manufactured so as to have controlled dimensional concentricity and dimensional stability (e.g. machined parts of cast metal). In no case shall the clearance be less than 1 mm.

17.1.4 Auxiliary motor cooling fans

Cooling fans that are not mounted on the shaft of the motor to be cooled, and which require a minimum back-pressure in order to not exceed the rating of the fan motor, shall either be tested as part of the motor to be cooled or shall be marked “X” in accordance with item e) of 29.3 and the specific condition of use shall specify the measures to be considered to not exceed the ratings. If limits for back-pressure are specified as such conditions, these limits shall be verified by testing according to 26.15.

17.1.5 Ventilating fans

17.1.5.1 Applicability

The requirements given in 17.1.5 shall apply for ventilating fans ranging up to 5 kW, with the fan impellor directly mounted to the electrical motor, i.e., the motor being a part of the fan. Ventilating fans in EPL Ma, Ga, or Da are not permitted.

NOTE 1 These requirements apply for ventilating fans (e.g. room ventilators) with the same EPL inside and outside the fan enclosure, for use with the same zone inside and outside the enclosure. Where fan enclosures are

intended to separate a hazardous area inside the enclosure from another hazardous area outside the enclosure, additional requirements need to be considered e.g. requirements for the tightness of the enclosure.

NOTE 2 This subclause addresses explosion protection requirements for ventilating fans intended to be used in hazardous areas, not functional requirements for ventilating fans.

NOTE 3 Ventilating fans in EPL Ma, Ga, and Da are not permitted as these applications would be considered to be transfer of flammable process media, and not a ventilation function transferring air.

17.1.5.2 General

The requirements given in 17.1.5 shall apply, together with any other applicable requirement of this standard. The ratings of the fan shall not exceed the ratings of the motor. Fans which require a minimum back-pressure in order to not exceed the rating of the motor, shall be marked “X” in accordance with item e) of 29.3 and the specific condition of use shall specify the measures to be considered to not exceed the ratings. If limits for back-pressure are specified as such conditions, these limits shall be verified by testing according to 26.15.

17.1.5.3 Fan and fan hoods

The rotating parts of the fan shall be enclosed by a fan hood which is not considered to be part of the enclosure of any electrical equipment used in the fan e.g. the electrical motor. The fan and fan hood shall meet the requirements of 17.1.5.4 and 17.1.5.5.

17.1.5.4 Construction and mounting

Parts of the fan which may cause contact between rotating parts and fixed parts (e.g. fan hoods and ventilation screens) shall meet the requirements of the resistance to impact test according to 26.4.2 and the acceptance criteria given in 26.4.4.

In order to avoid excessive temperatures at the shaft seals, material pairings used for the shaft and seal casing shall comply with 17.1.2 and the clearances between such parts shall comply with 17.1.5.5.

17.1.5.5 Clearances for rotating parts

Taking into account design tolerances, the clearances in normal operation between the fan impellor and the fan hood, the ventilation screens and their fasteners, shall be at least one-hundredth of the diameter of the fan impellor. However, the clearance shall not be less than 2,0 mm except that the requirement of 2,0 mm may be reduced to 1,0 mm where the opposing parts are manufactured so as to have controlled dimensional concentricity and dimensional stability (e.g. machined parts of cast metal). For fans with such controlled dimensional concentricity and dimensional stability, the clearances need not exceed 5,0 mm.

17.2 Bearings

Lubricants and seals used in bearings shall be suitable for the maximum temperature of the bearings.

Additional requirements are under consideration.

NOTE Shaft and bearing currents may be a primary source of ignition, and may also considerably influence the lifetime of the bearings. Practice has shown that the lifetime can be only few weeks and thus practically impossible to predict by traditional conditioning monitoring methods. Thus, the possibility of shaft currents in the system should be analyzed and, if needed, the whole system should be designed accordingly to reduce the likelihood of unexpected bearing damage. See Annex D for additional guidance.

18 Supplementary requirements for switchgear

18.1 Flammable dielectric

Switchgear shall not have contacts immersed in flammable dielectric.

18.2 Disconnectors

Where switchgear includes a disconnector, it shall disconnect all poles. The switchgear shall be designed so that either

- the position of the disconnector contacts is visible, or
- their open position is reliably indicated (see IEC 60947-1).

If an interlock is not provided between the disconnector and the cover or door of the switchgear to ensure that the cover or door can only be opened when the disconnector contacts are open, a warning according to item d) of 29.12 shall be marked on the equipment.

Disconnectors, which are not designed to be operated under the intended load, shall either

- be electrically or mechanically interlocked with a suitable load breaking device, or
- for Group II equipment only, be marked at a place near the actuator of the disconnector, with the operation under load marking given in item c) of 29.12.

18.3 Group I – Provisions for locking

For Group I switchgear, the operating mechanism of disconnectors shall be capable of being padlocked in the open position. Provision shall be made to enable short-circuit and earth-fault relays, if used, to latch out. If the switchgear has a local resetting device which is accessible from the outside of the enclosure, its access cover shall have a special fastener according to 9.2.

18.4 Doors and covers

Doors and covers giving access to the interior of enclosures containing remotely operated circuits with switching contacts which can be made or broken by non-manual influences (such as electrical, mechanical, magnetic, electromagnetic, electro-optical, pneumatic, hydraulic, acoustic or thermal) shall either

- a) be interlocked with a disconnector which prevents access to the interior, unless it has been operated to disconnect unprotected internal circuits; or
- b) be marked with the enclosure opening marking of item d) of 29.12.

In the case of a) above, where it is intended that some internal parts shall remain energized after operation of the disconnector, in order to minimize the risk of explosion, those energized parts shall be protected by either

- 1) one of the appropriate types of protection listed in Clause 1; or
- 2) protection as follows:
 - clearances and creepage distances between phases (poles) and to earth in accordance with the requirements of IEC 60079-7; and
 - internal supplementary enclosure(s) which contain(s) the energized parts and provide(s) a degree of protection of at least IP20, according to IEC 60529; and
 - marking on the internal supplementary enclosure as required by item h) of 29.12.

NOTE Equipment that can remain energized after the operation of the disconnector includes equipment supplied by cells and batteries internal to the equipment.

19 Supplementary requirements for fuses

Enclosures containing fuses shall either

- be interlocked so that insertion or removal of replaceable elements can be carried out only with the supply disconnected and so that the fuses cannot be energized until the enclosure is correctly closed, or

- the equipment shall be marked with the enclosure opening marking as required by item d) of 29.12.

20 Supplementary requirements for plugs, socket outlets and connectors

20.1 General

These requirements for socket outlets shall also be applied to connectors.

Plugs and socket outlets shall be either

- a) interlocked mechanically, or electrically, or otherwise designed so that they cannot be separated when the contacts are energized and the contacts cannot be energized when the plug and socket outlet are separated, or
- b) fixed together by means of special fasteners according to 9.2 and the equipment marked with the separation marking as required by item e) of 29.12.

Where they cannot be de-energized before separation because they are connected to a battery, the marking shall state the separation warning required by item f) of 29.12.

20.2 Explosive gas atmospheres

It is not necessary for plugs and socket outlets of EPL Gb to comply with the requirements of 20.1 if all of the following conditions are met:

- the part which remains energized is a socket outlet;
- there is a delay time for the separation of the plug and socket outlet such that the rated current flow ceases so no arc will occur on separation;
- the plug and socket outlet remain flameproof in accordance with IEC 60079-1 during the arc-quenching period while opening a circuit of the rated voltage, rated current, and for a.c. circuits, a power factor of 0,4 to 0,5;
- the contacts remaining energized after separation are protected according to one of the specific types of protection listed in Clause 1.

20.3 Explosive dust atmospheres

The requirements of 20.1 apply in all cases.

20.4 Energized plugs

Plugs and components remaining energized when not engaged with a socket outlet are not permitted.

21 Supplementary requirements for luminaires

21.1 General

The source of light of luminaires shall be protected by a light-transmitting cover that may be provided with an additional guard. Dependent on the size of the openings in a guard, the tests according to 26.4.2, Table 13 are to be applied as follows:

- Guard openings greater than 2 500 mm²; tests a) and c) of Table 13.
- Guard openings between 625 mm² and 2 500 mm²; tests a), b) and d) of Table 13.
- Guard openings less than 625 mm²; tests a) and b) of Table 13.
- No guard; tests a) and c) of Table 13.

The mounting of luminaires shall not depend on just one screw. A single eyebolt may be used only if this is an integral part of the luminaire, for example by being cast or welded to the enclosure or, if threaded, the eyebolt is locked by a separate means against loosening when twisted.

21.2 Covers for luminaires of EPL Mb, EPL Gb, or EPL Db

Covers giving access to the lampholder and other internal parts of luminaires shall either be

- a) interlocked with a device which automatically disconnects all poles of the lampholder as soon as the cover opening procedure begins, or
- b) marked with the opening marking as required by item d) of 29.12.

In the case of a) above, where it is intended that some parts other than the lampholder will remain energized after operation of the disconnecting device, in order to minimize the risk of explosion, those energized parts shall be protected by either

- 1) one of the appropriate types of protection (for the required EPL) listed in Clause 1, or
- 2) the means of protection given below:
 - the disconnecting device shall be so arranged that it cannot be operated manually to inadvertently energize unprotected parts; and
 - clearances and creepage distances between phases (poles) and to earth in accordance with the requirements of IEC 60079-7; and
 - an internal supplementary enclosure, which can be the reflector for the light source, which contains the energized parts and provides a degree of protection of at least IP20, according to IEC 60529; and
 - marking on the internal supplementary enclosure as required by item h) of 29.12.

21.3 Covers for luminaires of EPL Gc or EPL Dc

Covers giving access to the lampholder and other internal parts of luminaires shall either be

- a) interlocked with a device which automatically disconnects all poles of the lampholder as soon as the cover opening procedure begins, or
- b) marked with the opening marking as required by item d) of 29.12.

In the case of a) above, where it is intended that some parts other than the lampholder will remain energized after operation of the disconnecting device, in order to minimize the risk of explosion, those energized parts shall be protected by

- clearances and creepage distances between phases (poles) and to earth in accordance with the requirements of IEC 60664-1 with over-voltage category II and pollution degree 3; and
- an internal supplementary enclosure, which can be the reflector for the light source, which contains the energized parts and provides a degree of protection of at least IP20, according to IEC 60529; and
- marking on the internal supplementary enclosure as required by item h) of 29.12.

21.4 Sodium lamps

- Lamps containing free metallic sodium (for example, low-pressure sodium lamps in accordance with IEC 60192) are not permitted.
- High-pressure sodium lamps (for example, in accordance with IEC 60662) may be used.

NOTE The use of lamps containing free metallic sodium is not permitted because of the risk of ignition from a broken lamp (occurring for example during lamp replacement) if the free metallic sodium should come into contact with water.

22 Supplementary requirements for caplights and handlights

22.1 Group I caplights

NOTE The requirements for caplights for use in mines susceptible to firedamp are contained in IEC 62013-1 (to be replaced by IEC 60079-35-1 which is in preparation).

22.2 Group II and Group III caplights and handlights

Leakage of the electrolyte shall be prevented in all positions of the equipment.

Where the source of light and the source of supply are housed in separate enclosures, which are not mechanically connected other than by an electric cable; the cable glands and the connected cable shall be tested according to A.3.1 or A.3.2, as appropriate. The test shall be carried out using the cable which is to be used for connecting both parts. The type, dimensions and other relevant information about the cable which is to be used shall be specified in the manufacturer's documentation.

23 Equipment incorporating cells and batteries

23.1 General

The requirements in 23.2 to 23.12 shall apply for all cells and batteries incorporated into explosion-protected equipment.

23.2 Batteries

Batteries incorporated into explosion-protected equipment shall be formed only from cells connected in series.

23.3 Cell types

Only cell types referred to in published IEC cell standards having known characteristics shall be used. Tables 11 and 12 below list cells for which suitable standards either exist or are to be produced.

Table 11 – Primary cells

IEC 60086-1 type	Positive electrode	Electrolyte	Negative electrode	Nominal voltage	Maximum open-circuit voltage
				(for surface temperature assessment) V	(for spark hazard assessment) V
-	Manganese dioxide (MnO ₂)	Ammonium chloride, zinc chloride	Zinc (Zn)	1,5	1,725
A	Oxygen (O ₂)	Ammonium chloride, zinc chloride	Zinc (Zn)	1,4	1,55
B	Carbon monofluoride (CF) _x	Organic electrolyte	Lithium (Li)	3	3,7
C	Manganese dioxide (MnO ₂)	Organic electrolyte	Lithium (Li)	3	3,7
E	Thionyl chloride (SOCl ₂)	Non-aqueous inorganic	Lithium (Li)	3,6	3,9
F	Iron disulfide (FeS ₂)	Organic electrolyte	Lithium (Li)	1,5	1,83
G	Copper (II) oxide (CuO)	Organic electrolyte	Lithium (Li)	1,5	2,3
L	Manganese dioxide (MnO ₂)	Alkali metal hydroxide	Zinc (Zn)	1,5	1,65
P	Oxygen (O ₂)	Alkali metal hydroxide	Zinc (Zn)	1,4	1,68
S	Silver oxide (Ag ₂ O)	Alkali metal hydroxide	Zinc (Zn)	1,55	1,63
^a	Sulphur dioxide SO ₂)	Non-aqueous organic salt	Lithium (Li)	3,0	3,0
^a	Mercury (Hg)	Alkali metal hydroxide	Zinc (Zn)	Data awaited	Data awaited

NOTE Zinc/manganese dioxide cells are listed in IEC 60086-1, but not classified by a type letter.

^a May only be used if an IEC cell standard exists.

Table 12 – Secondary cells

Relevant IEC standard type	Type	Electrolyte	Maximum charging voltage (per cell) V	Nominal voltage ¹ (for surface temperature assessment) V	Peak open circuit voltage (for spark hazard assessment) V
IEC 60896-11 IEC 60254 IEC 60095-1 IEC 60896-21 IEC 60952 IEC 61427 IEC 61056-1	Lead-acid for stationary use (flooded) Lead-acid motive for power application Lead-acid for starting and ignition Lead-acid for stationary use (VRLA) Lead-acid for aircraft use Lead-acid for photovoltaic energy storage Lead-acid for general purpose	Sulphuric acid (SG 1,25 to 1,32)	Up to 2,7	2,2	2,67 ^b 2,35 ^c
Type K IEC 61951-1 IEC 60623 IEC 60622	Nickel-cadmium ²	Potassium hydroxide (SG 1,3)	1,6	1,3	1,55
^a	Nickel-iron	Potassium hydroxide (SG1,3)	1,6	1,3	1,6
IEC 61960	Lithium	Non-aqueous organic salt	up to 4,2	3,8	4,2

Relevant IEC standard type	Type	Electrolyte	Maximum charging voltage (per cell) V	Nominal voltage ¹ (for surface temperature assessment) V	Peak open circuit voltage (for spark hazard assessment) V
IEC 61951-2	Nickel metal hydride ²	Potassium hydroxide	1,5	1,3	1,6
<p>a May only be used if an IEC cell standard exists.</p> <p>b wet cell – cell containing an liquid electrolyte that can be replenished</p> <p>c dry cell – cell containing an immobilized electrolyte</p> <p>1 Voltage figure includes appropriate factor. Temperature rise tests conducted at this voltage.</p> <p>2 Chemistry uses constant current technique to charge.</p>					

23.4 Cells in a battery

All cells in a battery shall be of the same electrochemical system, cell design and rated capacity and shall be made by the same manufacturer.

23.5 Ratings of batteries

All batteries shall be arranged and operated so as to be within the allowable limits defined by the cell or battery manufacturer.

23.6 Interchangeability

Primary and secondary cells or batteries shall not be used inside the same equipment enclosure if they are readily interchangeable.

23.7 Charging of primary batteries

Primary batteries shall not be re-charged. Where another voltage source exists inside equipment containing primary batteries and there is a possibility of interconnection, precautions shall be taken to prevent charging current passing through them.

23.8 Leakage

All cells shall be constructed, or arranged so as to prevent leakage of electrolyte, which would adversely affect the type of protection or components on which safety depends.

23.9 Connections

Only the manufacturer's recommended method(s) of making electrical connections to a battery shall be used.

23.10 Orientation

Where a battery is mounted inside equipment and the battery orientation is important for safe operation, the correct orientation of the equipment shall be indicated on the outside of the equipment enclosure.

NOTE Correct orientation of the battery is often important to prevent electrolyte leakage.

23.11 Replacement of cells or batteries

Where it is necessary for the user to replace cells or batteries contained within an enclosure, the relevant parameters to allow correct replacement shall be legibly and durably marked on or inside the enclosure as detailed in 29.14, or detailed in the manufacturer's instructions in

accordance with 30.2. That is, either the manufacturer's name and part number, or the electrochemical system, nominal voltage and rated capacity.

23.12 Replaceable battery pack

Where it is intended for the user to replace the battery pack, the battery pack shall be legibly and durably marked on the outside of the battery pack as detailed in 29.14.

Replaceable battery packs shall be either:

- located completely inside the equipment enclosure, or
- connected to the equipment and shall comply with the requirements for the applicable type of protection when disconnected from the equipment and shall be marked per item b) of 29.12, or
- connected to the equipment and shall employ disconnecting means that comply with the requirements of Clause 20.

The battery pack replacement details shall be included in the manufacturer's instructions in accordance with 30.2.

24 Documentation

The manufacturer shall prepare documents that give a full and correct specification of the explosion safety aspects of the electrical equipment.

25 Compliance of prototype or sample with documents

The prototypes or samples of the electrical equipment subjected to the type verifications and tests shall comply with the manufacturer's documents referred to in Clause 24.

26 Type tests

26.1 General

The prototypes or samples shall be tested in accordance with the requirements for type tests of this standard and of the specific standards for the types of protection concerned. However, certain tests judged to be unnecessary, may be omitted from the testing programme. A record shall be made of all tests carried out and of the justification for those omitted.

It is not necessary to repeat the tests that have already been carried out on an Ex Component.

NOTE Due to the safety factors incorporated in the types of protection, the uncertainty of measurement inherent in good quality, regularly calibrated measurement equipment is considered to have no significant detrimental effect and need not be taken into account when making the measurements necessary to verify compliance of the equipment with the equipment requirements of the relevant part of IEC 60079.

26.2 Test configuration

Each test shall be made in the configuration of the electrical equipment considered to be the most unfavourable.

26.3 Tests in explosive test mixtures

Tests in explosive mixtures shall be carried out as specified in relevant standards listed in Clause 1.

NOTE The purity of commercially available gases and vapours is in general satisfactory for these tests but, if their purity is below 95 %, they should not be used. The effects of normal variations in the laboratory temperature and of atmospheric pressure and the effects of variations in the humidity of the explosive test mixture are acceptable because they have been found to have negligible effect.

26.4 Tests of enclosures

26.4.1 Order of tests

26.4.1.1 Metallic enclosures, metallic parts of enclosures and glass parts of enclosures

Tests for metallic enclosures, metallic parts of enclosures and glass parts of enclosures shall be performed in the following order:

- tests for resistance to impact (see 26.4.2);
- drop test, if applicable (see 26.4.3);
- tests for degrees of protection (IP) (see 26.4.5);
- any other tests required by this standard;
- any other test specific to the type of protection concerned.

Tests shall be made on the number of samples specified by each test method.

NOTE Where the degree of protection IP is provided by non-metallic sealing materials, other than glass or ceramics, the requirements of 26.4.1.2 will apply.

26.4.1.2 Non-metallic enclosures or non-metallic parts of enclosures

Tests for non-metallic enclosures or non-metallic parts of enclosures shall be performed in the following order. See Annex F for a flowchart providing guidance on the order of tests.

26.4.1.2.1 Group I electrical equipment

The tests shall be made on samples as follows:

- Four samples shall be used. All four samples shall be submitted to the tests of thermal endurance to heat (see 26.8), then to thermal endurance to cold (see 26.9). Two samples shall then be submitted to the tests for resistance to impact (see 26.4.2), with the tests being conducted at the 'upper test temperature' (see 26.7.2). The other two samples shall also be submitted to the tests for resistance to impact (see 26.4.2), then to the drop test if applicable (see 26.4.3), but with the tests being conducted at the 'lower test temperature' (see 26.7.2). Any joint that is intended to be opened during installation or in normal operation shall be opened and re-closed in accordance with the manufacturer's instructions. Subsequently, all four samples shall be submitted to the tests for degree of protection by enclosures (see 26.4.5), and then subjected to the appropriate tests specific to the type of protection concerned.
- Alternatively, only two samples may be used. In this case, both samples shall be submitted to the tests of thermal endurance to heat (see 26.8), then to thermal endurance to cold (see 26.9). Both samples shall then be submitted to the tests for resistance to impact (see 26.4.2), with the tests being conducted at the "upper test temperature" (see 26.7.2). Thereafter, both samples shall also be submitted to the tests for resistance to impact (see 26.4.2), then to the drop test if applicable (see 26.4.3), but with the tests now being conducted at the 'lower test temperature' (see 26.7.2). Any joint that is intended to be opened during installation or in normal operation shall be opened and re-closed in accordance with the manufacturer's instructions. Subsequently, both samples shall be submitted to the tests for degree of protection by enclosures (see 26.4.5), and then subjected to the appropriate tests specific to the type of protection concerned.

NOTE As a result of the thermal endurance testing for either of the test sequences described above, condensation may occur inside the enclosure. Such condensation will need to be removed prior to ingress protection (IP) testing to ensure valid results.

- Two samples shall be submitted to the tests of resistance to oils and greases (see 26.11) then to the tests for resistance to impact (see 26.4.2), then to the drop test if applicable (see 26.4.3), then the tests for degrees of protection (IP) if applicable (see 26.4.5), and finally to the tests specific to the type of protection concerned.
- Two samples shall be submitted to the tests of resistance to hydraulic liquids for mining applications (see 26.11) then to tests for resistance to impact (see 26.4.2), then to the drop test if applicable (see 26.4.3), then the tests for degrees of protection (IP) if applicable (see 26.4.5), and finally to the tests specific to the type of protection concerned.

In the procedures and test sequences described above, the objective is to demonstrate the ability of the non-metallic material to maintain the specific type of protection listed in Clause 1 after exposure to extremes of temperature and harmful substances likely to be met in use. In an attempt to keep the number of tests to a minimum, it is not necessary to perform all of the tests specific to the type of protection on every sample if it is obvious that a sample has not been damaged in such a way as to impair the type of protection offered. Similarly, the number of samples can be reduced if it is possible for the exposure tests and protection-proving tests to be performed in parallel on the same two samples.

26.4.1.2.2 Group II and Group III electrical equipment

Four samples shall be used. All four samples shall be submitted to the tests of thermal endurance to heat (see 26.8), then to thermal endurance to cold (see 26.9). Two samples shall then be submitted to the tests for resistance to impact (see 26.4.2), with the tests being conducted at the 'upper test temperature' (see 26.7.2). The other two samples shall also be submitted to the tests for resistance to impact (see 26.4.2), then to the drop test if applicable (see 26.4.3), but with the tests being conducted at the 'lower test temperature' (see 26.7.2). Any joint that is intended to be opened during installation or in normal operation shall be opened and re-closed in accordance with the manufacturer's instructions. Subsequently, all four samples shall be submitted to the tests for degree of protection by enclosures (see 26.4.5), and then subjected to the appropriate tests specific to the type of protection concerned.

Alternatively, only two samples may be used. In this case, both samples shall be submitted to the tests of thermal endurance to heat (see 26.8), then to thermal endurance to cold (see 26.9). Both samples shall then be submitted to the tests for resistance to impact (see 26.4.2), with the tests being conducted at the 'upper test temperature' (see 26.7.2). Thereafter, both samples shall also be submitted to the tests for resistance to impact (see 26.4.2), then to the drop test if applicable (see 26.4.3), but with the tests now being conducted at the 'lower test temperature' (see 26.7.2). Any joint that is intended to be opened during installation or in normal operation shall be opened and re-closed in accordance with the manufacturer's instructions. Subsequently, both samples shall be submitted to the tests for degree of protection by enclosures (see 26.4.5), and then subjected to the appropriate tests specific to the type of protection concerned.

NOTE As a result of the thermal endurance testing for either of the test sequences described above, condensation may occur inside the enclosure. Such condensation will need to be removed prior to ingress protection (IP) testing to ensure valid results.

26.4.2 Resistance to impact

The electrical equipment shall be submitted to the effect of a test mass of 1 kg falling vertically from a height h . The height h is specified in Table 13 according to the application of the electrical equipment. The mass shall be fitted with an impact head made of hardened steel in the form of a hemisphere of 25 mm diameter.

Before each test, it is necessary to check that the surface of the impact head is in good condition.

The resistance to impact test shall be made on electrical equipment which is completely assembled and ready for use; however, if this is not possible (for example, for light-

transmitting parts), the test shall be made with the relevant parts removed but fixed in their mounting or an equivalent frame. Tests on an empty enclosure are permitted with appropriate justification in the documentation (see Clause 24).

The test shall be made on at least two samples. For light-transmitting parts made of glass, the test shall be made only once on each sample. In all other cases, the test shall be made at two separate places on each sample, see 26.4.1.

The points of impact shall be the places considered to be the weakest and shall be on the external parts which may be exposed to impact. If the enclosure is protected by another enclosure, only the external parts of the assembly shall be subjected to the resistance to impact tests.

The electrical equipment shall be mounted on a steel base so that the direction of the impact is normal to the surface being tested if it is flat, or normal to the tangent to the surface at the point of impact if it is not flat. The base shall have a mass of at least 20 kg or be rigidly fixed or inserted in the floor, for example, secured in concrete. Annex C gives an example of a suitable test rig.

When the impact head strikes the test sample, it may exhibit one or more “bounces”. The impact head shall not be removed from the surface of the test sample until it has come to rest.

Table 13 – Tests for resistance to impact

Equipment grouping	Drop height $h_{+0,01}^0$ with $1_{+0,01}^0$ kg mass m			
	Group I		Group II or III	
Risk of mechanical danger	High	Low	High	Low
a) Enclosures and external accessible parts of enclosures (other than light-transmitting parts)	2	0,7	0,7	0,4
b) Guards, protective covers, fan hoods, cable glands	2	0,7	0,7	0,4
c) Light-transmitting parts without guard	0,7	0,4	0,4	0,2
d) Light-transmitting parts with guard having individual openings from 625 mm ² to 2 500 mm ² ; see 21.1 (tested without guard)	0,4	0,2	0,2	0,1
NOTE A guard for light-transmitting parts having individual openings from 625 mm ² to 2 500 mm ² reduces the risk of impact, but does not prevent impact.				

When, at the request of the manufacturer, electrical equipment is submitted to tests corresponding to the low risk of mechanical danger, it shall be marked with the symbol “X” to indicate this specific condition of use in accordance with item e) of 29.3.

The test shall be carried out at an ambient temperature of $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$, except where the material data shows it to have a reduction in resistance to impact at lower temperatures within the specified ambient range. In this case, the test shall be performed at the lower test temperature, in accordance with 26.7.2.

When the electrical equipment has an enclosure or a part of an enclosure made of a non-metallic material, including non-metallic fan hoods and ventilation screens in rotating electrical machines, the test shall be carried out at the upper and lower test temperatures, in accordance with 26.7.2.

26.4.3 Drop test

In addition to being submitted to the resistance to impact test in accordance with 26.4.2, hand-held electrical equipment or electrical equipment carried on the person, ready for use, shall be dropped four times from a height of at least 1 m onto a horizontal concrete surface. The position of the sample for the drop test shall be that which is considered to be the most unfavourable.

The drop test shall be conducted with any replaceable battery pack connected to the equipment.

For electrical equipment with an enclosure which is of a metallic material, the test shall be carried out at a temperature of $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$, except where the material data shows it to have a reduction in resistance to impact at lower temperatures within the specified ambient range. In this case, the test shall be performed at the lower test temperatures, in accordance with 26.7.2.

For electrical equipment which has enclosures or parts of enclosures made of non-metallic material, the tests shall be carried out at the lower test temperature in accordance with 26.7.2.

26.4.4 Acceptance criteria

The resistance to impact and drop tests shall not produce damage so as to invalidate the type of protection of the electrical equipment.

Superficial damage, chipping to paint work, breakage of cooling fins or other similar parts of the electrical equipment and small dents shall be ignored.

External fan hoods and ventilation screens shall resist the tests without displacement or deformation causing contact with the moving parts.

26.4.5 Degree of protection (IP) by enclosures

26.4.5.1 Test procedure

When a degree of protection is required by this standard or by other parts of this series for a specific type of protection, the test procedures shall be in accordance with IEC 60529, except for rotating electrical machines which shall be in accordance with IEC 60034-5.

When tested in accordance with IEC 60529,

- enclosures shall be considered as belonging to “Category 1 enclosure” as specified in IEC 60529,
- the equipment shall not be energized,
- where applicable, the dielectric test specified in IEC 60529 shall be carried out at $[(2 U_n + 1\ 000) \pm 10\ %] \text{ V r.m.s.}$ applied between 10 s and 12 s, where U_n is the maximum rated or internal voltage of the equipment.

NOTE The “category 1 enclosure” is defined in IEC 60529 and bears no relation to the “category 1” defined in the European directive 94/9/EC (ATEX).

When tested in accordance with IEC 60034-5,

- the rotating electrical machine shall not be energized,

26.4.5.2 Acceptance criteria

For electrical equipment tested in accordance with IEC 60529, the acceptance criteria shall be in accordance with IEC 60529 except where the manufacturer specifies acceptance criteria more onerous than those described in IEC 60529, for example, those in a relevant product standard. In this case, the acceptance criteria of the relevant product standard shall be applied unless it adversely affects explosion protection.

The acceptance criteria in IEC 60034-5 shall be applied to rotating electrical machines insofar as compliance with an IEC explosion protection standard is concerned in addition to the conditions specified in IEC 60034-5.

Where a standard for electrical equipment for explosive atmospheres specifies acceptance criteria for IPXX, these shall be applied instead of those in IEC 60529 or IEC 60034-5.

26.5 Thermal tests

26.5.1 Temperature measurement

26.5.1.1 General

For electrical equipment which can normally be used in different positions, the temperature in each position shall be considered. When the temperature is determined for certain positions only, the electrical equipment shall be marked with the symbol “X” to indicate this specific condition of use according to item e) of 29.3.

NOTE 1 Equipment that is likely to exist in uncontrolled positions, the use of the symbol “X” is not appropriate. For example, mining headlamps can operate for quite some time at angles that are not foreseen in normal operation (vertical) and can reach excessive temperatures.

The measuring devices (thermometers, thermocouples, etc.) and the connecting cables shall be selected and so arranged that they do not significantly affect the thermal behaviour of the electrical equipment.

The final temperature shall be considered to have been reached when the rate of rise of temperature does not exceed 2 K/h.

For electrical equipment of Group III evaluated with a dust layer in accordance with 5.3.2.3.2, the equipment to be tested shall be mounted in accordance with the instructions and surrounded on all available surfaces by a dust thickness at least equal to the specified layer depth L . The measurement for the maximum surface temperature shall be determined using a test dust having a thermal conductivity of no more than 0,10 W/(m×K) measured at (100 ± 5) °C.

NOTE 2 Unless the manufacturer has specified a range of supply frequencies, it may be assumed that normal tolerances both of the supply in use and of the supply for test purposes is sufficiently small to be ignored.

NOTE 3 Some equipment may require the provision of integral temperature sensitive devices to limit temperatures.

26.5.1.2 Service temperature

The test to determine service temperatures shall be made at the rated voltage of the electrical equipment but without considering malfunctions.

The temperature of the hottest point of any non-metallic enclosures or non-metallic part of enclosure upon which the type of protection depends (see 7.1) shall be determined.

Where the input voltage does not directly affect the temperature rise of the equipment or Ex Component, such as a terminal or a switch, the test current shall be 100 % of the rated current.

NOTE Where equipment rating is a range (e.g. 100-250 V), the testing should be performed at the highest or lowest value in the range, whichever results in the higher temperature rise.

26.5.1.3 Maximum surface temperature

The test to determine maximum surface temperature shall be performed under the most adverse ratings with an input voltage between 90 % and 110 % of the rated voltage of the electrical equipment that gives the maximum surface temperature.

For electrical machines, determination of the maximum surface temperature may alternatively be conducted at the worst case test voltage within "Zone A" per IEC 60034-1. In this case, the equipment shall be marked with the symbol "X" in accordance with item e) of 29.3 and the specific condition of use shall include the information that the surface temperature determination was based on operation within "Zone A" (IEC 60034-1), typically ± 5 % of rated voltage. For electrical machines operated from a converter, the test voltage variation, for maximum surface temperature determination shall be applied to the motor-converter system as a whole, i.e. applied to the converter input, not the motor input. See Annex E for additional information on the temperature rise testing of electric machines.

Where the input voltage does not directly affect the temperature rise of the equipment or Ex Component, such as a terminal or a switch, the test current shall be increased to 110 % of the rated current.

The tests to determine maximum surface temperature shall be performed without consideration of malfunctions unless specific malfunctions are specified by the requirements for the specific type of protection.

NOTE 1 Where equipment rating is a range (e.g. 100-250 V), the test should be performed at 90 % of the lowest value in the range or at 110 % of the highest value in the range, whichever results in the higher temperature rise.

NOTE 2 Unless the manufacturer has specified a range of supply frequencies, it may be assumed that normal tolerances both of the supply in use and of the supply for test purposes is sufficiently small to be ignored.

NOTE 3 Due to the voltage regulation properties of a converter, voltage variations at the input to the converter do not directly result in voltage variations at the output of the converter.

The measured maximum surface temperature shall not exceed:

- for Group I equipment, those values as given in 5.3.2.1,
- for Group II equipment subjected to type testing for maximum surface temperature, the marked temperature or temperature class, less 5 K for temperature classes T6, T5, T4 and T3 (or marked temperatures ≤ 200 °C), and less 10 K for temperature classes T2 and T1 (or marked temperatures > 200 °C), Alternatively, for Group II equipment subjected to routine testing for maximum surface temperature, the temperature or temperature class marked on the electrical equipment,
- for Group III equipment, those values assigned, see 5.3.2.3.

26.5.2 Thermal shock test

Glass parts of luminaires and windows of electrical equipment shall withstand, without breaking, a thermal shock caused by a jet of water of about 1 mm diameter at a temperature (10 ± 5) °C sprayed on them when they are at not less than the maximum service temperature.

NOTE This "jet of water" is frequently applied using a small (~ 10 cm³) syringe with 10 °C water. Neither the distance from which the jet is applied, nor the pressure of application are considered to have a significant effect on the results.

26.5.3 Small component ignition test (Group I and Group II)

26.5.3.1 General

A small component tested to demonstrate that it shall not cause temperature ignition of a flammable mixture in accordance with item a) of 5.3.3, shall be tested in the presence of a specified gas/air mixture as described in 26.5.3.2.

26.5.3.2 Procedure

The test shall be carried out with the component either

- mounted in the equipment as intended and precautions shall be taken to ensure that the test mixture is in contact with the component, or
- mounted in a model which ensures representative results. In this case, such a simulation shall take into account the effect of other parts of the equipment in the vicinity of the component being tested which affect the temperature of the mixture and the flow of the mixture around the component as a result of ventilation and thermal effects.

The component shall be tested under normal operation, or under the malfunction conditions specified in the standard for the type of protection which produces the highest value of surface temperature. The test shall be continued either until thermal equilibrium of the component and the surrounding parts is attained or until the component temperature drops. Where component failure causes the temperature to fall, the test shall be repeated five times using five additional samples of the component. Where, in normal operation or under the malfunction conditions specified in the standard for the type of protection, the temperature of more than one component exceeds the temperature class of the equipment, the test shall be carried out with all such components at their maximum temperature.

The safety margin required by 5.3.3 shall be achieved either by raising the ambient temperature at which the test is carried out or, where this is possible, by raising the temperature of the component under test and other relevant adjacent surfaces by the required margin.

For Group I, the test mixture shall be a homogenous mixture between 6,2 % and 6,8 %, v/v methane and air.

For T4 temperature classification, the mixture shall be either

- a) a homogeneous mixture of between 22,5 % and 23,5 % v/v diethyl ether and air, or
- b) a mixture of diethyl ether and air obtained by allowing a small quantity of diethyl ether to evaporate within a test chamber while the ignition test is being carried out.

For other temperature classifications, the choice of suitable test mixtures shall be at the discretion of the testing station.

26.5.3.3 Acceptance criteria

The appearance of a cool flame shall be considered as an ignition. Detection of ignition shall either be visual or by measurement of temperature, for example, by a thermocouple.

If no ignition occurs during a test, the presence of the flammable mixture shall be verified by igniting the mixture by some other means.

26.6 Torque test for bushings

26.6.1 Test procedure

Bushings used for connection facilities and which are subjected to torque during connection or disconnection of conductors shall be tested for resistance to torque.

The stem in the bushing, or the bushing when mounted, shall be subjected to a torque of the value given in Table 14.

Table 14 – Torque to be applied to the stem of bushing used for connection facilities

Diameter of the stem of the bushings	Torque Nm
M 4	2,0
M 5	3,2
M 6	5
M 8	10
M 10	16
M 12	25
M 16	50
M 20	85
M 24	130
NOTE Torque values for sizes other than those specified above may be determined from a graph plotted using these values. In addition, the graph may be extrapolated to allow torque values to be determined for stems of bushings larger than those specified.	

26.6.2 Acceptance criteria

When mounted, neither the stem in the bushing, nor the bushing itself, shall turn when the stem is subjected to a torque.

26.7 Non-metallic enclosures or non-metallic parts of enclosures

26.7.1 General

In addition to the relevant tests given in 26.1 to 26.6, non-metallic enclosures shall also satisfy the requirements in 26.8 to 26.15, as appropriate. The tests of 26.10 to 26.15 are independent tests performed on separate samples that are not required to be part of the test sequence for tests of enclosures, 26.4. Non-metallic parts of enclosures shall be tested together with the whole enclosure or with a representative model of the enclosure.

26.7.2 Test temperatures

When, according to this standard or to the specific standards listed in Clause 1, tests have to be carried out as a function of the permissible upper and lower service temperature, these test temperatures shall be

- for the upper temperature, the maximum service temperature (see 5.2) increased by at least 10 K but at most 15 K,
- for the lower temperature, the minimum service temperature (see 5.2) reduced by at least 5 K but at most 10 K.

26.8 Thermal endurance to heat

The thermal endurance to heat shall be determined by submitting the enclosures or parts of enclosures in non-metallic materials, on which the integrity of the type of protection depends, to tests according to Table 15.

Table 15 – Thermal endurance test

Service temperature Ts	Test condition	Alternative test condition
Ts ≤ 70 °C	672 ₊₃₀ ⁰ h at (90 ± 5) % RH, at Ts + 20 ± 2 K (but not less than 80 °C test temperature)	
70 °C < Ts ≤ 75 °C	672 ₊₃₀ ⁰ h at (90 ± 5) % RH at Ts + 20 ± 2 K	504 ₊₃₀ ⁰ h at (90 ± 5) % RH at (90 ± 2) °C followed by 336 ₊₃₀ ⁰ h dry at Ts +20 ± 2 K
Ts > 75 °C	336 ₊₃₀ ⁰ h at (90 ± 5) % RH at (95 ± 2) °C, followed by 336 ₊₃₀ ⁰ h dry at Ts + 20 ± 2 K	504 ₊₃₀ ⁰ h at (90 ± 5) % RH at (90 ± 2) °C followed by 336 ₊₃₀ ⁰ h dry at Ts +20 ± 2 K
Ts is the temperature defined in 5.2 and shall NOT include the increase stated in 26.7.2.		

At the conclusion of the test according to Table 15, the enclosures or parts of enclosures in non-metallic materials that were tested shall be subjected to (20 ± 5) °C at (50 ± 10) % relative humidity for 24₊₄₈⁰ h, and then immediately followed by the thermal endurance to cold test (26.9).

NOTE The test values given in Table 15 include two test conditions. The conditions shown in the 2nd column were used in previous editions of this standard and allow previously obtained test results to remain valid for this edition. The conditions shown in the 3rd column have been added to allow testing at temperature/humidity conditions that are more readily achieved, although at an increased test time.

NOTE It is generally acknowledged that glass and ceramic materials are not adversely affected by the thermal endurance to heat test, and testing may not be necessary.

26.9 Thermal endurance to cold

The thermal endurance to cold shall be determined by submitting the enclosures and parts of enclosures of non-metallic materials, on which the type of protection depends, to storage for 24 h₊₂⁰ in an ambient temperature corresponding to the minimum service temperature reduced according to 26.7.2.

NOTE It is generally acknowledged that glass and ceramic materials are not adversely affected by the thermal endurance to cold test, and testing may not be necessary.

26.10 Resistance to light

26.10.1 Test procedure

The test shall be made on six test bars of standard size (80 ± 2) mm × (10 ± 0,2) mm × (4 ± 0,2) mm according to ISO 179. The test bars shall be made under the same conditions as those used for the manufacture of the enclosure concerned; these conditions are to be stated in the test report of the electrical equipment.

NOTE 1 An additional six bars may be required to be able to determine the impact bending strength on unexposed samples.

The test shall be made generally in accordance with ISO 4892-2 in an exposure chamber using a xenon lamp and a sunlight simulating filter system. The sample shall be exposed, without cycling, under dry conditions and at either a black standard temperature of $(65 \pm 3) ^\circ\text{C}$ or a black panel temperature of $(55 \pm 3) ^\circ\text{C}$ for between 1000 h and 1025 h.

NOTE 2 The value of $65 ^\circ\text{C}$ black standard temperature is selected for compatibility with tests being performed in equipment specifically designed to operate in accordance with ISO 4892-2. The value of $55 ^\circ\text{C}$ black panel temperature is selected to ensure compatibility with results obtained for previous editions of IEC 60079-0. According to ISO 4892-2, both conditions are nearly identical, but there may be minor differences too small to be relevant for the purpose of this test

Where the preparation of test samples in accordance with ISO 179 is not practical due to the nature of the non-metallic material, an alternative test shall be permitted with the justification stated in the test report for the electrical equipment.

26.10.2 Acceptance criteria

The evaluation criterion is the impact bending strength in accordance with ISO 179. The impact bending strength following exposure in the case of an impact on the exposed side shall be at least 50 % of the corresponding value measured on the unexposed test pieces. For materials whose impact bending strength cannot be determined prior to exposure because no rupture has occurred, not more than three of the exposed test bars shall be allowed to break.

26.11 Resistance to chemical agents for Group I electrical equipment

The non-metallic enclosures and non-metallic parts of enclosures shall be submitted to tests of resistance to the following chemical agents:

- oils and greases;
- hydraulic liquids for mining applications.

The relevant tests shall be made on four samples of enclosure sealed against the intrusion of test liquids into the interior of the enclosure:

- two samples shall remain for (24 ± 2) h in oil No. 2 according to the annex "Reference liquids" of ISO 1817, at a temperature of $(50 \pm 2) ^\circ\text{C}$;
- the other two samples shall remain for (24 ± 2) h in fire-resistant hydraulic fluid intended for operating at temperatures between $-20 ^\circ\text{C}$ and $+60 ^\circ\text{C}$, comprising an aqueous solution of polymer in 35 % water at a temperature of $(50 \pm 2) ^\circ\text{C}$.

At the end of the test, the enclosure samples concerned shall be removed from the liquid bath, carefully wiped and then stored for (24 ± 2) h in the laboratory atmosphere. Subsequently, each of the enclosure samples shall pass the tests of enclosures according to 26.4.

If one or more of the enclosure samples do not withstand these tests of enclosures after exposure to one or more of the chemicals, the enclosure shall be marked with the symbol "X" to indicate this specific condition of use according to item e) of 29.3, i.e. exclusion of exposure to specific chemicals during use.

26.12 Earth continuity

The material from which the enclosure is manufactured may be tested as a complete enclosure, part of an enclosure, or as a sample of the material from which the enclosure is made, provided that the relevant critical dimensions of the sample are the same as those of the enclosure.

The cable gland shall be represented by a 20 mm (nominal) diameter test bar manufactured from brass ($\text{CuZn}_{39}\text{Pb}_3$ or $\text{CuZn}_{38}\text{Pb}_4$) carrying an ISO metric thread with a tolerance class 6g, 1,5 mm pitch in accordance with IEC 60423. The length of the test bar shall ensure

that at least one full thread remains free at each end when assembled, as shown in the diagram.

Complete earth plates or parts of earth plates that are intended to be used with the enclosure shall be used for the purpose of this test. A clearance hole shall be provided in the earth plate for test purposes and shall be between 22 mm and 23 mm diameter. The method of assembly shall ensure that the screw thread of the test bar does not make contact directly with the inside of the clearance hole.

The clamping nuts shall be manufactured from brass ($\text{CuZn}_{39}\text{Pb}_3$ or $\text{CuZn}_{38}\text{Pb}_4$) and shall be provided with an ISO metric thread with a tolerance class 6H, 1,5 mm pitch in accordance with IEC 60423. The thickness of the nuts shall be 3 mm (nominal) and the dimension across the flats shall be 27 mm maximum.

The components are assembled as shown in Figure 4. The torque applied to each pair of the nuts, in turn, shall be 10 Nm ($\pm 10\%$).

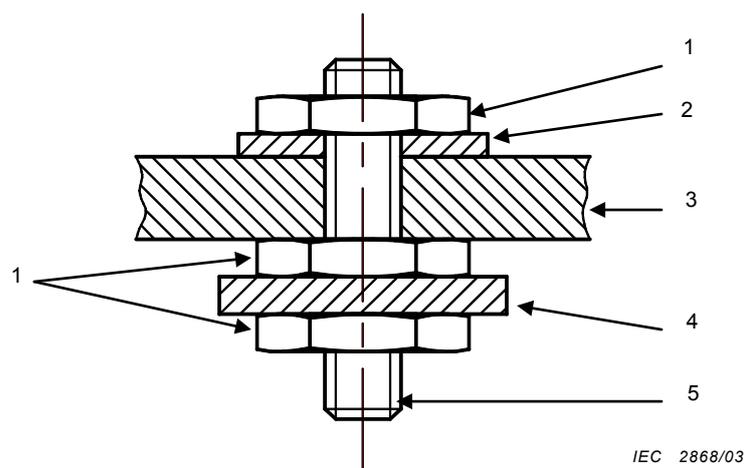
The hole in the wall (or part of the wall or the test sample) may be a plain through-hole or a tapped hole having a thread form compatible with the test bar.

After the test sample has been assembled it shall be subjected to the conditions for the test for thermal endurance to heat as described in 26.8.

This shall be followed by a further period of 14 days in an air oven at a temperature of 80 °C.

On completion of conditioning, the resistance between the earth plates or parts of earth plates shall be calculated by passing a direct current of 10 A to 20 A between the earth plates and measuring the voltage drop between them.

The non-metallic material that has been tested in this manner is deemed to be satisfactory if the resistance between the earth plates or parts of earth plates does not exceed $5 \times 10^{-3} \Omega$.



Components

- | | |
|--------------------------------------|------------|
| 1 nut | 5 test bar |
| 2 earth plate | |
| 3 enclosure wall (non-metallic) | |
| 4 earth plate or part of earth plate | |

Figure 4 – Assembly of test sample for earth-continuity test

26.13 Surface resistance test of parts of enclosures of non-metallic materials

The surface resistance shall be tested on the parts of enclosures if size permits, or on a test piece comprising a rectangular plate with dimensions in accordance with Figure 5. The test piece shall have an intact clean surface. Two parallel electrodes are painted on the surface, using a conducting paint with a solvent which has no significant effect on the surface resistance.

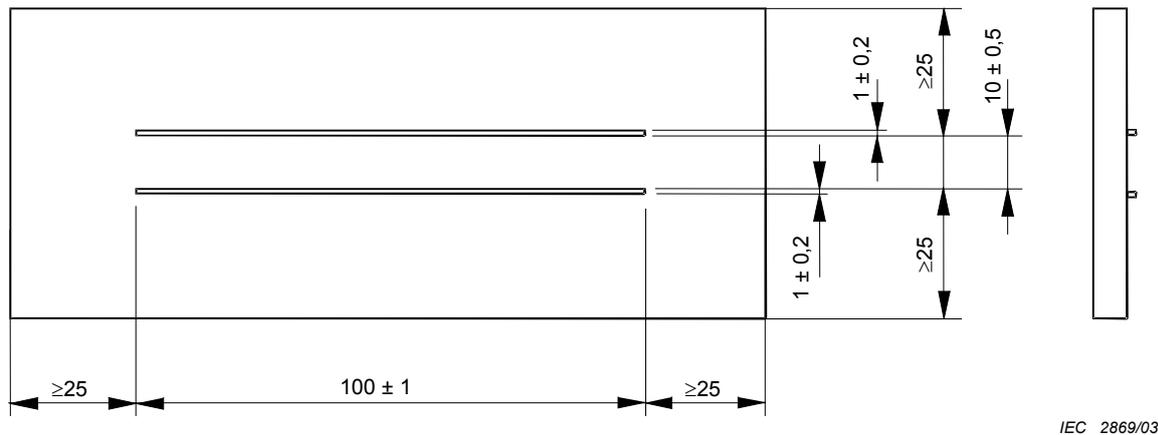
The test piece shall be cleaned with distilled water, then with isopropyl alcohol (or any other solvent that can be mixed with water and will not affect the material of the test piece or the electrodes), then once more with distilled water before being dried. Untouched by bare hands, it shall then be conditioned for at least 24 h at $(23 \pm 2) ^\circ\text{C}$ and $(50 \pm 5) \%$ or $(30 \pm 5) \%$ relative humidity, as applicable (See 7.4.2.a). The test shall be carried out under the same ambient conditions.

The direct voltage applied for (65 ± 5) s between the electrodes shall be (500 ± 10) V.

During the test, the voltage shall be sufficiently steady so that the charging current due to voltage fluctuation will be negligible compared with the current flowing through the test piece.

The surface resistance is the quotient of the direct voltage applied at the electrodes to the total current flowing between them.

Dimensions in millimetres



IEC 2869/03

Figure 5 – Test piece with painted electrodes

26.14 Measurement of capacitance

26.14.1 General

The test shall be carried out on a fully assembled sample of the electrical equipment. The sample need not have been previously subjected to the tests for enclosures. The sample shall be conditioned in a climatic conditioning chamber for at least 1 h at a temperature of $(23 \pm 2) ^\circ\text{C}$ and a relative humidity of $(50 \pm 5) \% \text{RH}$. The sample under test shall be placed on an unearthed metal plate that significantly exceeds the area of the test sample. If the sample requires support, it may be held in position with clamps or pliers (preferably made of plastic), but shall not be held by hand. Other electrical equipment shall be kept as far as possible from the test sample. Connection leads shall be as short as possible. The positions of the samples are to be such that the exposed metallic test point being measured is as close as possible to the unearthed metal plate without contacting the plate. However, if the external metal part is in electrical contact with internal metal parts, it is necessary to measure the capacitance in all orientations of the equipment to ensure that the maximum capacitance has been determined.

NOTE Metallic plates with surface oxidation should be avoided as this may lead to erroneous results.

26.14.2 Test procedure

The capacitance between each exposed metallic part on the test sample and the metal plate is to be measured. Connect the negative measurement lead of the capacitance meter to the unearthed metal plate. The positive measurement lead of the capacitance meter should be kept as far as possible from the metal plate.

NOTE 1 A battery powered capacitance meter may be necessary to ensure stable readings.

NOTE 2 If a metallic part is not easily accessible to the meter leads, a screw may be inserted to extend the part and create a test point. The screw should not make electrical contact with any other internal metal part.

NOTE 3 Stray capacitance should be minimized. Other electrical equipment should be kept as far away as possible.

The test procedure for the capacitance measurement is as follows:

- 1) Position the positive measurement probe of the capacitance meter 3 to 5 mm away from the metallic test point. Record the value of this stray capacitance in air to the nearest pF.
- 2) Place the positive measurement lead of the capacitance meter in contact with the metallic test point and record the value of the capacitance to the nearest pF.

- 3) Compute the difference between the measurements in steps 1) and 2), and record the value.
- 4) Repeat steps 1) through 3) two times for each test point.
- 5) Calculate the average capacitance from the three measurements obtained.

26.15 Verification of ratings of ventilating fans

The fan shall be supplied with the rated voltage and with the specified back pressure, if any. The maximum power, current and rotating speed shall be measured and shall comply with the rated values of the fan. The rated values of the motor and any other electrical parts of the fan, shall not be exceeded.

26.16 Alternative qualification of elastomeric sealing O-rings

The thickness t_0 of the sealing ring is measured at $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$ temperature. The ring is then compressed as intended in the complete equipment enclosure or in the test fixture.

The compressed sealing ring is then submitted to the tests for thermal endurance to heat (26.8) and thermal endurance to cold (26.9). The sealing ring shall then be removed from the adapter, or equipment, and be kept for at least 24 h_{+2}^0 at a temperature of $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$ before the thickness t_1 of the O-ring is measured.

The compression set value c shall be calculated as follows:

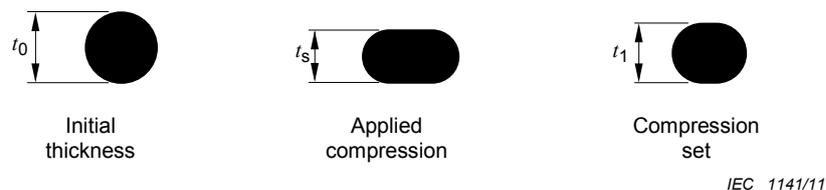
$$c = (t_0 - t_1) / (t_0 - t_s) \times 100$$

t_0 is the initial thickness of the sealing ring measured at $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$ temperature

t_s is the thickness of the sealing ring when compressed as intended in the equipment.

t_1 is the thickness of the sealing ring measured at $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$ temperature after thermal endurance.

NOTE The compression set value describes the ability for the sealing ring to return to its initial dimension after being subject to compression.



IEC 1141/11

Figure 6 – Compression set of an O-ring

27 Routine tests

The manufacturer shall also carry out any routine tests required by any of the standards listed in Clause 1 which were used for the examination and testing of the equipment.

28 Manufacturer's responsibility

28.1 Conformity with the documentation

The manufacturer shall carry out the verifications or tests necessary to ensure that the electrical equipment produced complies with the documentation.

NOTE It is not the intent of this subclause to require 100 % inspection of parts. Statistical methods may be employed to verify compliance.

28.2 Certificate

The manufacturer shall prepare, or have prepared, a certificate confirming that the equipment is in conformity with the requirements of this standard along with its other applicable parts and additional standards mentioned in Clause 1. The certificate can relate to Ex equipment or an Ex Component.

An Ex Component certificate (Identified by the symbol “U” suffix to the certificate number) is prepared for parts of equipment that are incomplete and require further evaluation prior to incorporation in Ex equipment. The Ex Component certificate may include a Schedule of Limitations detailing specific additional evaluation required as part of incorporation into Ex equipment. An Ex Component certificate shall clarify that it is not an Ex equipment certificate.

28.3 Responsibility for marking

By marking the electrical equipment in accordance with Clause 29, the manufacturer attests on his own responsibility that

- the electrical equipment has been constructed in accordance with the applicable requirements of the relevant standards in safety matters,
- the routine verifications and routine tests in 28.1 have been successfully completed and that the product complies with the documentation.

29 Marking

29.1 Applicability

It is essential that the system of marking indicated below only be applied to electrical equipment or Ex Components which comply with the applicable standards for the types of protection listed in Clause 1.

29.2 Location

The electrical equipment shall be legibly marked on a main part on the exterior of the equipment and shall be visible prior to the installation of the equipment.

NOTE 1 The marking should be in a location that is likely to be visible after installation of the equipment.

NOTE 2 Where the marking is located on a removable part of the equipment, a duplicated marking on the interior of the equipment may be useful during installation and maintenance by helping to avoid confusion with similar equipment. See 29.11 for additional guidance on extremely small equipment and Ex Components.

29.3 General

The marking shall include the following:

- a) the name of the manufacturer or his registered trade mark;
- b) the manufacturer's type identification;
- c) a serial number, except for

- connection accessories (cable glands, blanking element, thread adaptor and bushings);
- very small electrical equipment on which there is limited space;

(The batch number can be considered to be an alternative to the serial number.)

- d) the name or mark of the certificate issuer and the certificate reference in the following form: the last two figures of the year of the certificate followed by a “.” followed by a unique four character reference for the certificate in that year;

NOTE 1 For some regional third-party certification, the separating character “.” may be replaced by another separating designator such as “ATEX”.

- e) if it is necessary to indicate specific conditions of use, the symbol “X” shall be placed after the certificate reference. An advisory marking may appear on the equipment as an alternative to the requirement for the “X” marking;

NOTE 2 The advisory marking may be a specific reference to a specific instruction document containing the detailed information.

NOTE 3 The manufacturer should ensure that the requirements of the specific conditions of use are passed to the purchaser together with any other relevant information.

- f) the specific Ex marking for explosive gas atmospheres, see 29.4, or for explosive dust atmospheres, see 29.5. The Ex marking for explosive gas atmospheres and explosive dust atmospheres shall be separate and not combined; See 29.13 for an alternative system of marking that permits some elements of the markings described in 29.4 or 29.5 to be combined, resulting in a more concise Ex marking.

- g) any additional marking prescribed in the specific standards for the types of protection concerned, as in Clause 1.

NOTE 4 Additional marking may be required by the applicable industrial safety standards for construction of the electrical equipment.

29.4 Ex marking for explosive gas atmospheres

The Ex marking shall include the following:

- a) the symbol Ex, which indicates that the electrical equipment corresponds to one or more of the types of protection which are the subject of the specific standards listed in Clause 1;
- b) the symbol for each type (or level) of protection used:
- "d": flameproof enclosure, (for EPL Gb or Mb)
 - "e": increased safety, (for EPL Gb or Mb)
 - "ia": intrinsic safety, (for EPL Ga or Ma)
 - "ib": intrinsic safety, (for EPL Gb or Mb)
 - "ic": intrinsic safety, (for EPL Gc)
 - "ma": encapsulation, (for EPL Ga or Ma)
 - "mb": encapsulation, (for EPL Gb or Mb)
 - "mc": encapsulation, (for EPL Gc)
 - "nA": non-sparking, (for EPL Gc)
 - "nC": protected sparking, (for EPL Gc)
 - "nR": restricted breathing, (for EPL Gc)
 - "o": oil immersion, (for EPL Gb)
 - "pv": pressurization, (for EPL Gb or Gc)
 - "px": pressurization, (for EPL Gb or Mb)
 - "py": pressurization, (for EPL Gb)
 - "pz": pressurization, (for EPL Gc)

– "q": powder filling, (for EPL Gb or Mb)

c) the symbol of the group:

- I for electrical equipment for mines susceptible to firedamp;
- IIA, IIB or IIC for electrical equipment for places with an explosive gas atmosphere other than mines susceptible to firedamp.

When the electrical equipment is for use only in a particular gas, the chemical formula or the name of the gas in parentheses.

When the electrical equipment is for use in a particular gas in addition to being suitable for use in a specific group of electrical equipment, the chemical formula shall follow the group and be separated with the symbol "+", for example, "IIB + H₂";

NOTE 1 Equipment marked "IIB" is suitable for applications requiring Group IIA equipment. Similarly, equipment marked "IIC" is suitable for applications requiring Group IIA and Group IIB equipment.

d) for Group II electrical equipment, the symbol indicating the temperature class. Where the manufacturer wishes to specify a maximum surface temperature between two temperature classes, he may do so by marking that maximum surface temperature in degrees Celsius alone, or by marking both that maximum surface temperature in degrees Celsius and, in parentheses, the next highest temperature class, for example, T1 or 350 °C or 350 °C (T1).

Group II electrical equipment, having a maximum surface temperature greater than 450 °C, shall be marked only with the maximum surface temperature in degrees Celsius, for example, 600 °C.

Where the Group II electrical equipment has multiple temperature classes, e.g. for multiple ambient temperature ranges, and it is impractical to include the complete information in the marking, or where there are external sources of heating / cooling (See 5.1.2);

- the complete temperature class information shall be included in the certificate and the marking shall include the symbol "X" to indicate this specific condition of use according to item e) of 29.3, and
- the temperature class range shall be shown in the marking with the lower and upper limits of the temperature class separated by "...", e.g. "T6...T3".

Group II electrical equipment, marked for use in a particular gas, need not have a temperature class or maximum surface temperature marking.

Ex cable glands, Ex blanking elements, and Ex thread adapters need not be marked with a temperature class or maximum surface temperature in degrees Celsius.

e) the equipment protection level, "Ga", "Gb", "Gc", "Ma", or "Mb" as appropriate.

NOTE 2 The EPL marked on the equipment may be more restrictive than that normally applied for a specific type of protection to account for other aspects of the equipment such as material limitations. For example Ex ia IIC T4 Gb, where the equipment was constructed of aluminium in a greater content than permitted by 8.3.

f) Where appropriate according to 5.1.1, the marking shall include either the symbol T_a or T_{amb} together with the range of ambient temperature or the symbol "X" to indicate this specific condition of use according to item e) of 29.3. If the equipment is also marked for use in explosive dust atmospheres and the ambient temperature range rating is identical, only one marking of ambient temperature range need appear.

The markings a) to e) according to 29.4 shall be placed in the order in which they are given in 29.4 and shall each be separated by a small space.

For associated apparatus suitable for installation in a hazardous area, and where the energy limitation is provided inside the equipment in the hazardous area, the symbols for the type of protection shall be enclosed within square brackets, for example, Ex d [ia] IIC T4 Gb. When the equipment group of the associated apparatus differs from that of the equipment, the equipment group of the associated apparatus shall be enclosed within the square brackets, for example, Ex d [ia IIC Ga] IIB T4 Gb.

NOTE 3 A typical example is a shunt diode safety barrier located inside a flameproof enclosure.

For associated apparatus suitable for installation in a hazardous area, and where the energy limitation is provided from outside the equipment in a hazardous area, the symbols for the type of protection shall not be enclosed within square brackets, for example, Ex d ia IIC T4 Gb.

NOTE 4 A typical example is a flameproof luminaire with an intrinsically safe photocell connected to a safe area.

For associated apparatus not suitable for installation in a hazardous area, both the symbol Ex and the symbol for the type of protection shall be enclosed within the same square brackets, for example, [Ex ia] IIC.

For equipment that includes both associated apparatus and intrinsically safe apparatus with no connections required to be made to the intrinsically safe part of the equipment by the user, the “associated apparatus” marking shall not appear unless the equipment protection levels differ. For example, Ex d ib IIC T4 Gb and not Ex d ib [ib Gb] IIC T4 Gb, but Ex d ia [ia Ga] IIC T4 Gb is correct for differing equipment protection levels.

NOTE 5 For associated apparatus not suitable for installation in a hazardous area, a temperature class is not included.

29.5 Ex marking for explosive dust atmospheres

The Ex marking shall include the following:

- a) the symbol Ex, which indicates that the electrical equipment corresponds to one or more of the types of protection which are the subject of the specific standards listed in Clause 1;
- b) the symbol for each type (or level) of protection used:
 - "ta": protection by enclosure, (for EPL Da)
 - "tb": protection by enclosure, (for EPL Db)
 - "tc": protection by enclosure, (for EPL Dc)
 - "ia": intrinsic safety, (for EPL Da)
 - "ib": intrinsic safety, (for EPL Db)
 - "ma": encapsulation, (for EPL Da)
 - "mb": encapsulation, (for EPL Db)
 - "mc": encapsulation, (for EPL Dc)
 - "p": pressurization, (for EPL Db or Dc)
- c) the symbol of the group:
 - IIIA, IIIB or IIIC for electrical equipment for places with an explosive dust atmosphere;

NOTE 1 Equipment marked “IIIB” is suitable for applications requiring Group IIIA equipment. Similarly, equipment marked “IIIC” is suitable for applications requiring Group IIIA and Group IIIB equipment.
- d) the maximum surface temperature in degrees Celsius and the unit of measurement °C preceded with the letter “T”, (e.g. T 90 °C).

Where appropriate according to 5.3.2.3, the maximum surface temperature T_L shall be shown as a temperature value in degrees Celsius and the unit of measurement °C, with the layer depth L indicated as a subscript in mm, (e.g. $T_{500} 320$ °C) or marking shall include the symbol “X” to indicate this condition of use according to item e) of 29.3.

Where the Group III electrical equipment has multiple maximum surface temperatures, e.g. for multiple ambient temperature ranges, and it is impractical to include the complete information in the marking, or where there are external sources of heating / cooling (See 5.1.2);

- the complete maximum surface temperature information shall be included in the certificate and the marking shall include the symbol “X” to indicate this specific condition of use according to item e) of 29.3, and

- the maximum surface temperature range shall be shown in the marking with the lower and upper limits of the surface temperature separated by "...", e.g. "T80 °C...T195 °C".

Ex cable glands, Ex blanking elements, and Ex thread adapters need not be marked with a maximum surface temperature;

- e) the equipment protection level, "Da", "Db", or "Dc", as appropriate;

NOTE 2 The EPL marked on the equipment may be more restrictive than that normally applied for a specific type of protection to account for other aspects of the equipment such as material limitations. For example Ex ia IIIC T135°C Dc, where the equipment was constructed of aluminium in a greater content than permitted by 8.4.

- f) where appropriate according to 5.1.1, the marking shall include either the symbol T_a or T_{amb} together with the range of ambient temperature or the symbol "X" to indicate this specific condition of use according to item e) of 29.3. If the equipment is also marked for use in explosive gas atmospheres and the ambient temperature range rating is identical, only one marking of ambient temperature range need appear.

The markings a) to e) according to 29.5 shall be placed in the order in which they are given in 29.5 and shall each be separated by a small space.

For associated apparatus suitable for installation in a hazardous area, and where the energy limitation is provided inside the equipment in the hazardous area, the symbols for the type of protection shall be enclosed within square brackets, for example, Ex tb [ia Da] IIIC T100 °C Db. When the equipment group of the associated apparatus differs from that of the equipment, the equipment group of the associated apparatus shall be enclosed within the square brackets, for example, Ex tb [ia IIIC Da] IIIB T100 °C Db.

NOTE 3 A typical example is a shunt diode safety barrier located inside a dust-protected enclosure.

For associated apparatus suitable for installation in a hazardous area, and where the energy limitation is provided from outside the equipment in a hazardous area, the symbols for the type of protection shall not be enclosed within square brackets, for example, Ex tb ia IIIC T100 °C Db.

NOTE 4 A typical example is a dust-protected luminaire with an intrinsically safe photocell connected to a safe area.

For associated apparatus not suitable for installation in a hazardous area, both the symbol Ex and the symbol for the type of protection shall be enclosed within the same square brackets, for example, [Ex ia Da] IIIC.

For equipment that includes both associated apparatus and intrinsically safe apparatus with no connections required to be made to the intrinsically safe part of the equipment by the user, the associated apparatus marking shall not appear unless the equipment protection levels differ. For example, Ex ib tb IIIC T100 °C Db and not Ex ib tb [ib Db] IIIC T100 °C Db, but Ex ia tb [ia Da] IIIC T100 °C Db is correct for differing equipment protection levels.

NOTE 5 For associated apparatus not suitable for installation in a hazardous area, a temperature marking is not included.

29.6 Combined types (or levels) of protection

Where different types (or levels) of protection are employed for different parts of electrical equipment or an Ex Component, the Ex marking shall include the symbols for all of the types (or levels) of protection employed. The symbols for the types of protection shall appear in alphabetical order, with small separating spaces. When associated apparatus is incorporated, the symbols for the type (or level) of protection, including the square brackets as applicable, shall follow those symbols of the type (or level) of protection for the equipment.

29.7 Multiple types of protection

Equipment may be designed using multiple types of protection so that it is suitable for installation in different ways, using the appropriate installation requirements for the selected

type of protection. For example, equipment which is designed to comply simultaneously with the equipment requirements for Ex i and also with the equipment requirements for Ex de; may be installed, according to the selection of the installer/user.

In this case,

- each respective Ex marking shall be separately indicated on the equipment marking and except in the case of cable glands, blanking elements, and thread adapters, shall be prefixed by a place for an identification marking to allow the selected Ex marking to be identified at the time of installation,
- each respective Ex marking shall be separately indicated on the certificate.

When a single certificate is prepared with each Ex marking shown individually in the certificate, the applicable marking and any variation in the parameters or specification for each of the different Ex markings shall be shown without ambiguity.

When a separate certificate is prepared for each Ex marking, all the relevant parameters or specifications shall be provided in the certificate for the individual Ex marking.

29.8 Ga equipment using two independent Gb types (or levels) of protection

Where two independent types of protection, with EPL Gb, are employed for the same piece of electrical equipment in order to achieve EPL Ga, the Ex marking shall include the symbols for the two types (or levels) of protection employed with the symbols for the types (or levels) of protection joined with a "+". See IEC 60079-26.

29.9 Ex Components

Ex Components, according to Clause 13, shall be legibly marked and the marking shall include the following:

- a) the name or the registered trade mark of the manufacturer;
- b) the manufacturer's type identification;
- c) the symbol Ex;
- d) the symbol for each type (or level) of protection used;
- e) the symbol of the group of the electrical equipment of the Ex Component;
- f) the name or mark of the issuer of the certificate, and the number of the certificate;
- g) the symbol "U"; and

NOTE 1 The symbol "X" is not used.

- h) the additional marking prescribed in the specific standard for the types of protection concerned, as in Clause 1.

NOTE 2 Additional marking may be required by the standards for construction of the electrical equipment.

- i) As much of the remaining marking information per 29.4 or 29.5, as applicable, as can be accommodated.

The Ex marking for explosive gas atmospheres and explosive dust atmospheres shall be separate and not combined.

29.10 Small equipment and small Ex Components

On small electrical equipment and on Ex Components where there is limited space, a reduction in the marking is permitted. The following lists the minimum marking that is required on the equipment or Ex Component:

- a) the name or registered trademark of the manufacturer;

- b) the manufacturer's type identification. The type identification is permitted to be abbreviated or omitted if the certificate reference allows identification of the specific type;
- c) the name or mark of the issuer of the certificate, and the number of the certificate; and
- d) the symbol "X" or "U" (if appropriate);

NOTE The symbols "X" and "U" are never used together.

- e) As much of the remaining marking information per 29.4 or 29.5, as applicable, as can be accommodated.

29.11 Extremely small equipment and extremely small Ex Components

In the case of extremely small electrical equipment and extremely small Ex Components where there is no practical space for marking, a marking intended to be linked to the equipment or Ex Component is permitted. This marking shall be identical to the marking of 29.3, 29.4, and 29.5, as applicable, shall appear on a label provided with the equipment or Ex Component for field installation adjacent to the equipment or Ex Component.

29.12 Warning markings

Where any of the following warning markings are required on the equipment, the text as described in Table 16, following the word "WARNING," may be replaced by technically equivalent text. Multiple warnings may be combined into one equivalent warning.

Table 16 – Text of warning markings

	Reference	WARNING marking
a)	6.3	WARNING – AFTER DE-ENERGIZING, DELAY <i>Y</i> MINUTES BEFORE OPENING (<i>Y</i> being the value in minutes of the delay required)
b)	6.3, 23.12	WARNING – DO NOT OPEN WHEN AN EXPLOSIVE ATMOSPHERE IS PRESENT
c)	18.2	WARNING – DO NOT OPERATE UNDER LOAD
d)	18.4 b), 19 21.2 b, 21.3 b)	WARNING – DO NOT OPEN WHEN ENERGIZED
e)	20.1 b)	WARNING – DO NOT SEPARATE WHEN ENERGIZED
f)	20.1 b)	WARNING – SEPARATE ONLY IN A NON-HAZARDOUS AREA
g)	7.4.2 g)	WARNING – POTENTIAL ELECTROSTATIC CHARGING HAZARD – SEE INSTRUCTIONS
h)	18.4 2) 21.2 2 21.3.2)	WARNING – LIVE PARTS BEHIND COVER – DO NOT CONTACT

29.13 Alternate marking of equipment protection levels (EPLs)

The marking of the equipment protection levels is shown by the use of an upper case letter for the specific explosive atmosphere for which the equipment is suitable and a lower case letter indicating the level. As an alternate to the marking given in 29.4 and 29.5 the 'M', 'G' and 'D' are not used as the specific explosive atmosphere is recognised by the marking of the equipment groups 'I' (mining), 'II' (gases and vapours) and 'III' (combustible dusts) and the lower case letter for the level is added to the type of protection where it does not already exist.

The alternate marking of equipment Protection Levels (EPLs) is not permitted when IEC 60079-26 is applied for equipment intended for installation in the boundary wall between an area requiring EPL Ga and a less hazardous area. See the "Marking" clause of IEC 60079-26.

The alternate marking of equipment Protection Levels (EPLs) is not permitted when a more restrictive EPL than that normally applied for a specific type of protection is required to account for other aspects of the equipment such as material limitations. See 29.4 e) or 29.5 e).

29.13.1 Alternate marking of type of protection for explosive gas atmospheres

As an alternate to marking of the type of protection in 29.4 b) the following symbols shall include the level, resulting in a Level of Protection as:

- "db": flameproof enclosure.
- "eb": increased safety.
- "ia": intrinsic safety.
- "ib": intrinsic safety.
- "ic": intrinsic safety.
- "ma": encapsulation.
- "mb": encapsulation.
- "mc": encapsulation.
- "nAc": non-sparking.
- "nCc": protected sparking.
- "nRc": restricted breathing.
- "ob": oil immersion.
- "pvc": pressurization.
- "pxb": pressurization.
- "pyb": pressurization.
- "pzc": pressurization.
- "qb": powder filling.

29.13.2 Alternate marking of type of protection for explosive dust atmospheres

As an alternate to marking of the type of protection in 29.5 b) the following symbols shall include the level as:

- "ta": protection by enclosure.
- "tb": protection by enclosure.
- "tc": protection by enclosure.
- "ia": intrinsic safety.
- "ib": intrinsic safety.
- "ma": encapsulation.
- "mb": encapsulation.
- "mc": encapsulation.
- "pb": pressurization.
- "pc": pressurization.

29.14 Cells and batteries

In accordance with 23.11, where it is necessary for the user to replace cells or batteries contained within an enclosure, the relevant parameters to allow correct replacement shall be legibly and durably marked on or inside the enclosure. Either the manufacturer's name and part number, or the electrochemical system, nominal voltage and rated capacity shall be included.

gas atmospheres other than mines susceptible to firedamp, with gas of ignition temperature greater than 125 °C and with specific conditions of use indicated in the certificate.

H. ATHERINGTON Ltd

TYPE 250 JG 1

Ex e px IIC 125 °C (T4) Gb

alternate Ex eb pxb IIC 125 °C (T4)

No. 56732

GHI 02.0076 X

.....
.....

Electrical equipment, utilizing types of protection flameproof enclosure "d" (EPL Mb and Gb) and increased safety "e" (EPL Mb and Gb) for use in mines susceptible to firedamp and explosive gas atmospheres other than mines susceptible to firedamp with gas of subdivision B and ignition temperature greater than 200 °C.

A.R. ACHUTZ A.G.

TYPE 5 CD

Ex d e I Mb

alternate Ex db eb I

Ex d e IIB T3 Gb

alternate Ex db eb IIB T3

No. 5634

JKL 02.0521

.....
.....

Electrical equipment, utilizing type of protection increased safety "e" (EPL Gb) for use in explosive gas atmospheres other than mines susceptible to firedamp with gas of subdivision C and ignition temperature greater than 85 °C.

GS & Co A.G.

Ex e IIC T6 Gb

alternate Ex eb IIC T6

No. 1847

HYD 04.0947

.....
.....

Electrical equipment with type of protection flameproof enclosure "d" (EPL Gb) for explosive gas atmospheres other than mines susceptible to firedamp on the basis of ammonia gas only.

WOKAITERT SARL

TYPE NT 3

Ex d II (NH₃) Gb

alternate Ex db II (NH₃)

No. 6549

MNO 02.3102

.....
.....

Electrical equipment with type of protection encapsulation "ma" (EPL Da) for explosive dust atmospheres containing conductive dusts of Group IIIC with a maximum surface temperature of less than 120 °C.

ABC company

Type RST

Serial No. 123456

Ex ma IIIC T120 °C Da

alternate Ex ma IIIC T120 °C

N.A. 01.9999

.....
.....

Electrical equipment with type of protection "ia" (EPL Da) for explosive dust atmospheres containing conductive dusts of Group IIIC with a maximum surface temperature of less than 120 °C.

ABC company
Type XYZ
Serial No. 123456
Ex ia IIIC T120 °C Da
N.A. 01.9999

alternate Ex ia IIIC T120 °C

.....
.....

Electrical equipment with type of protection "p" (EPL Db) for explosive dust atmospheres containing conductive dusts of Group IIIC with a maximum surface temperature of less than 120 °C.

ABC company
Type KLM
Serial No. 123456
Ex p IIIC T120 °C Db
N.A. 01.9999

alternate Ex pb IIIC T120 °C

.....
.....

Electrical equipment with type of protection "t" (EPL Db) for explosive dust atmospheres containing conductive dusts of Group IIIC with a maximum surface temperature of less than 225 °C and less than 320 °C when tested with a 500 mm dust layer.

ABC company
Type RST
Serial No. 987654
Ex tb IIIC T225 °C T₅₀₀ 320 °C Db
N.A. 02.1111

alternate Ex tb IIIC T225 °C T₅₀₀ 320 °C

.....
.....

Electrical equipment with type of protection "t" (EPL Db) for explosive dust atmospheres containing conductive dusts of Group IIIC with a maximum surface temperature of less than 175 °C with an extended ambient temperature range of -40 °C to +120 °C.

ABC company
Type RST
Serial No. 987654
Ex tb IIIC T175 °C Db
-40 °C ≤ T_{amb} ≤ 120 °C
N.A. 02.1111

alternate Ex tb IIIC T175 °C

.....
.....

Electrical equipment with type of protection encapsulation "ma" (EPL Ga) for explosive gas atmospheres of Group IIC with a maximum surface temperature of less than 135 °C and with type of protection encapsulation "ma" (EPL Da) for explosive dust atmospheres containing conductive dusts of Group IIIC with a maximum surface temperature of less than 120 °C. A single certificate has been prepared.

ABC company
Type RST
Serial No. 123456
Ex ma IIC T4 Ga
Ex ma IIIC T120 °C Da
N.A. 01.9999

alternate Ex ma IIC T4
alternate Ex ma IIIC T120 °C

.....
.....

Electrical equipment with type of protection encapsulation "ma" (EPL Ga) for explosive gas atmospheres of Group IIC with a maximum surface temperature of less than 135 °C and with type of protection encapsulation "ma" (EPL Da) for explosive dust atmospheres containing conductive dusts of Group IIIC with a maximum surface temperature of less than 120 °C. Two independent Certificates have been prepared.

ABC company
 Type RST
 Serial No. 123456
 Ex ma IIC T4 Ga
 N.A. 01.1111

alternate Ex ma IIC T4

Ex ma IIIC T120 °C Da
 N.B. 01.9999

alternate Ex ma IIIC T120 °C

.....

30 Instructions

30.1 General

The documentation prepared as required by Clause 24 shall include instructions, providing the following particulars as a minimum:

- a recapitulation of the information with which the electrical equipment is marked, except for the serial number (see Clause 29), together with any appropriate additional information to facilitate maintenance (for example, address of the importer, repairer, etc.);
- instructions for safety, i.e.
 - putting into service;
 - use;
 - assembling and dismantling;
 - maintenance, overhaul and repair;
 - installation;
 - adjustment;
- where necessary, training instructions;
- details which allow a decision to be made as to whether the equipment can be used safely in the intended area under the expected operating conditions;
- electrical and pressure parameters, maximum surface temperatures and other limit values;
- where applicable, specific conditions of use according to 29.3 e);
- where applicable, any special conditions of use, including particulars of possible misuse which experience has shown might occur;
- where necessary, the essential characteristics of tools which may be fitted to the equipment;
- a list of the standards, including the issue date, with which the equipment is declared to comply. The certificate prepared in accordance with 28.2 can be used to satisfy this requirement.

30.2 Cells and batteries

In accordance with 23.11, where it is necessary for the user to replace cells or batteries contained within an enclosure, the relevant parameters to allow correct replacement shall be included in the instructions, including either the manufacturer's name and part number, or the electrochemical system, nominal voltage and rated capacity. When replacement of the batteries or cells is intended to be done only when an explosive atmosphere is not present, the instructions shall specify the procedure for battery or cell replacement.

In accordance with 23.12, where it is necessary for the user to replace a battery pack, the instructions shall include the relevant parameters to allow correct replacement per 29.14. When replacement of the battery pack is intended to be done only when an explosive

atmosphere is not present, the instructions shall specify the procedure for battery pack replacement.

30.3 Electrical machines

In addition to the information required according to 30.1, the following additional information shall be prepared for electrical machines:

- Speed/torque curves for machines intended to be supplied by a converter
- Guidance for the selection and installation of any necessary overload or over-temperature protection of the motor. This may be in addition to that protection provided by a converter.
- Lubrication requirements for both commissioning and maintaining.

30.4 Ventilating fans

In addition to the information required according to 30.1, the following additional information shall be prepared for ventilating fans according to 17.1.5:

- a) Minimum and maximum air flow rates (with respect to surface temperature and temperature ratings);
- b) Back pressure if required (to operate the fan within the ratings);
- c) Any limitations with respect of the ingress of foreign particles (e.g. requirements for IP-protection, etc., for duct inlets according to 17.1.5.)

NOTE Fans intended for particularly adverse service conditions according to 6.1 e.g. fans for paint spray booths, require the manufacturer and user to agree on suitable additional measures (e.g. the use of filters for the inlet) to prevent deposits inside fan and ducts which can impair the explosion protection.

- d) Any special earthing measures to be employed to avoid the build up of electrostatic charges.

Annex A (normative)

Supplementary requirements for cable glands

A.1 General

This annex specifies the additional requirements for the construction, testing and marking of cable glands and may be further supplemented or modified by the standards listed in Clause 1.

NOTE 1 The minimum diameter of cable for which the entry is suitable is specified by the manufacturer. The user should ensure that, taking tolerances into account, the minimum dimensions of the cable selected for use in the cable gland are equal to, or exceed, these specified values.

The requirements of Annex A apply also to cable transit devices which may be certified as either equipment or as an Ex Component. The cable transit device may only be certified as equipment provided that the device includes a flange gasket and the manufacturer's instructions state that the device shall be mounted in such a way that the joints between the flange and the enclosure fulfils the required degree of ingress protection after mounting. The particular gasket shall be included as part of the tests of A.3.4. The device certificate number shall include the suffix "X" to indicate this specific condition of use according to item e) of 29.3 and this specific condition of use regarding ingress protection (IP) after mounting, shall be stated on the certificate.

NOTE 2 Depending on the form of construction and the resilience of the gasket, the condition or instructions may need to refer to the flatness or rigidity of the enclosure to which the gland may be attached.

A.2 Constructional requirements

A.2.1 Cable sealing

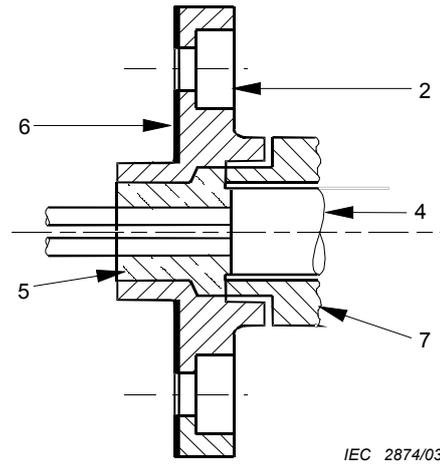
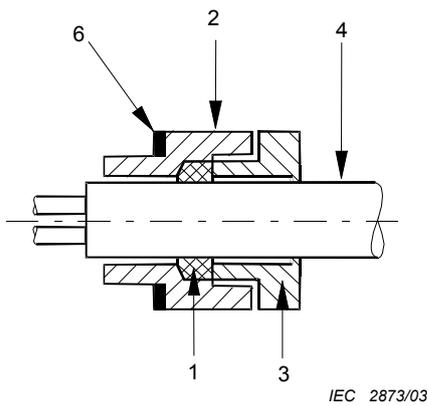
The cable sealing between the cable and the gland body shall be ensured by one of the following means (see Figure A.1):

- an elastomer sealing ring;
- a metallic or composite sealing ring;
- a filling compound.

The cable sealing may be made of a single material or a combination of materials and shall be appropriate to the shape of the cable concerned.

NOTE 1 In selecting the materials for metallic or composite sealing rings, attention is drawn to Note 4 of 6.1.

NOTE 2 The type of protection of the enclosure may also depend on the internal construction of the cable.



Components

- 1 sealing ring
- 2 gland body
- 3 compression element

- 4 cable
- 5 filling compound
- 6 gasket (where required)
- 7 compound retaining element

Figure A.1 – Illustration of the terms used for cable glands

A.2.2 Filling compounds

Materials used as filling compounds shall comply with the requirements of Clause 12 for materials used for cementing.

A.2.3 Clamping

A.2.3.1 General

Cable glands shall provide clamping of the cable in order to prevent pulling or twisting applied to it from being transmitted to the connections. Such clamping can be provided by a clamping device, sealing ring or filling compound. Whichever clamping arrangement is used, it shall be capable of meeting the relevant type tests in Clause A.3.

A.2.3.2 Group II or III cable glands

Cable glands for Group II or III equipment, without a clamping device, shall also be accepted as complying with this annex if they are capable of passing the clamping tests with values reduced to 25 % of those required in Clause A.3. The descriptive documents shall then state that such cable glands may not provide sufficient clamping and that the user shall provide additional clamping of the cable to ensure that pulling and twisting is not transmitted to the terminations. Such cable glands shall be marked with the symbol "X" to indicate this specific condition of use according to item e) of 29.3.

A.2.4 Lead-in of cable

A.2.4.1 Sharp edges

Cable glands shall not have sharp edges capable of damaging the cable.

A.2.4.2 Point of entry

In the case of flexible cables, the point of entry shall include a rounded edge at an angle of at least 75°, the radius *R* of which is at least equal to one-quarter of the diameter of the maximum admissible cable in the entry but which need not exceed 3 mm (see Figure A.2).

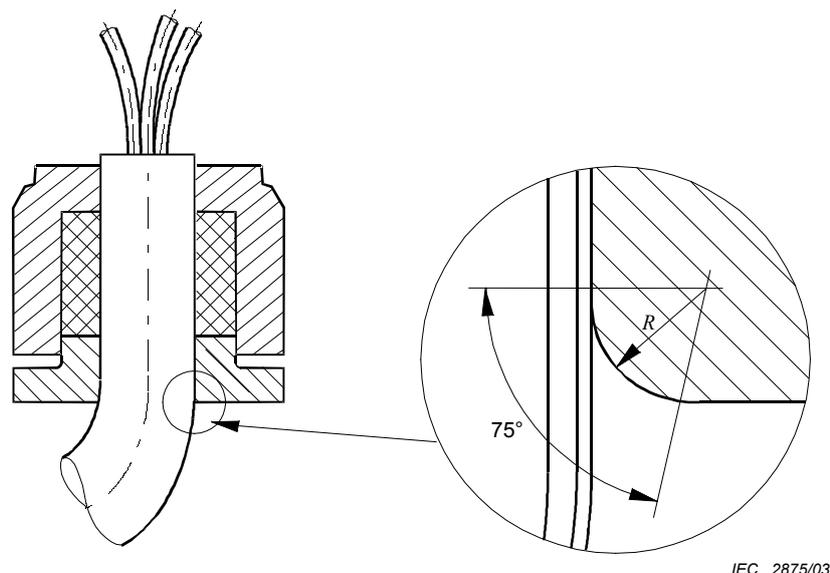


Figure A.2 – Rounded edge of the point of entry of the flexible cable

A.2.5 Release by a tool

Cable glands shall be designed so that after installation they are only capable of being released or dismantled by means of a tool.

A.2.6 Fixing

The means of fixing cable glands to enclosures of electrical equipment shall be capable of retaining the cable gland when subjected to the mechanical tests of clamping and resistance to impact in Clause A.3.

A.2.7 Degree of protection

Cable glands, when installed in accordance with the instructions required by Clause 30, shall be capable of providing, with the enclosure on which they are fixed, the same degree of protection as required for the enclosure.

Cable glands marked with a degree of protection (IP) shall be tested in accordance with A.3.4.

A.3 Type tests

A.3.1 Tests of clamping of non-armoured and braided cables

A.3.1.1 Cable glands with clamping by the sealing ring

The tests of clamping shall be carried out using for each type and size of cable gland, two sealing rings; one equal to the smallest admissible size and the other equal to the largest admissible size.

For elastomer sealing rings for circular cables, each ring shall be mounted on a clean, dry, polished, cylindrical, steel or stainless steel mandrel, with a maximum surface roughness of $1,6 \mu\text{m}$, R_a , equal to the smallest cable diameter allowable in the ring and specified by the manufacturer of the cable gland.

For non-circular cables, the ring for each type/size/shape of cable shall be mounted on a sample of dry, clean cable of dimensions equal to the size specified by the manufacturer of

the cable gland. Such cable glands shall be marked with the symbol “X” to indicate this specific condition of use according to item e) of 29.3.

For metallic-sheathed cables, the ring for each size of cable shall be mounted on a sample of dry, clean cable constructed with the sheath material and with dimensions equal to the size as specified by the manufacturer of the cable gland. Such cable glands shall be marked with the symbol “X” to indicate this specific condition of use according to item e) of 29.3.

For metallic sealing rings, each ring shall be mounted on a clean, dry, polished, cylindrical, metal mandrel, with a maximum surface roughness of $1,6 \mu\text{m}$, R_a , equal to the smallest cable diameter allowable in the ring and specified by the manufacturer of the cable gland.

The sealing ring with the mandrel or the cable, as appropriate, shall be fitted into the cable gland. A torque shall then be applied to the screws (in the case of a flanged compression element fitted with screws) or to the nut (in the case of a screwed compression element) to compress the sealing ring to prevent slipping of the mandrel or cable.

The complete cable gland and mandrel assembly shall then be subjected to the thermal endurance tests, if applicable. The maximum service temperature shall be considered to be $75 \text{ }^\circ\text{C}$ unless otherwise specified by the manufacturer.

NOTE 1 The $75 \text{ }^\circ\text{C}$ service temperature is the median of the branching point and entry point temperatures.

NOTE 2 Cable glands employing only metallic sealing rings and metallic parts do not require thermal endurance tests.

The sealing ring shall prevent slippage of the cable or mandrel when the force applied to the cable or mandrel, in Newtons, is equal to

- 20 times the value in millimetres of the diameter of the mandrel or cable when the cable gland is designed for round cable, or
- 6 times the value in millimetres of the perimeter of the cable when the cable gland is designed for non-circular cable.

Where the direction of pull is other than horizontal, the means of application of the force shall be adjusted to compensate for the weight of the mandrel and associated parts.

For cable glands intended for use with braided cables, this clamping test is intended to demonstrate the effectiveness of the cable gland in clamping the cable, not the strength of the braid. Where the test is performed with braided cable, the braid shall not be clamped.

The test conditions and acceptance criteria are given in A.3.1.4.

NOTE 3 The torque figures referred to above may be determined experimentally prior to the tests or they may be supplied by the manufacturer of the cable gland.

A.3.1.2 Cable glands with clamping by filling compound

The tests of clamping shall be carried out for each type and size of cable glands using two samples of clean, dry cable or metal mandrels if applicable; one equal to the smallest admissible size and the other equal to the largest admissible size.

The available space shall be filled with the filling compound, which has been prepared and hardened in accordance with the manufacturer of the cable gland's instructions prior to being submitted to the tests.

The complete cable gland and mandrel assembly shall then be subjected to the thermal endurance tests. The maximum service temperature shall be considered to be $75 \text{ }^\circ\text{C}$ unless otherwise specified by the manufacturer.

NOTE The 75 °C service temperature is the median of the branching point and entry point temperatures.

The filling compound shall prevent slippage of the cable when the force applied, in Newtons, is equal to

- 20 times the value in millimetres of the diameter of the cable sample when the cable gland is designed for circular cable, or
- 6 times the value in millimetres of the perimeter of the cable sample when the cable gland is designed for non-circular cable.

For cable glands intended for use with braided cables, this clamping test is intended to demonstrate the effectiveness of the cable gland in clamping the cable, not the strength of the braid. Where the design of the cable gland is such that the braid is intended to be surrounded by compound, the contact of the compound with the braid shall be minimized for this test.

The test conditions and acceptance criteria are given in A.3.1.4.

A.3.1.3 Cable glands with clamping by means of a clamping device

The clamping test shall be carried out on each type and size of cable gland for the different allowable sizes of each type of cable gland clamping device.

Each device shall be mounted on a steel or stainless steel mandrel or on a sample of clean, dry cable of a size allowable in the device as specified by the manufacturer of the cable gland.

The clamping device with any required sealing ring and the largest size of cable allowable in that clamping device, as specified by the manufacturer of the cable gland, shall be fitted in the cable gland. The gland shall be assembled with compression of any required sealing ring and tightening of the clamping device. The test procedure shall be carried out in accordance with A.3.1.1 and then repeated with the smallest size of mandrel or cable allowable in that clamping device, as specified by the manufacturer of the cable gland.

For cable glands intended for use with braided cables, this clamping test is intended to demonstrate the effectiveness of the cable gland in clamping the cable, not the strength of the braid. Where the test is performed with braided cable, the braid shall not be clamped.

A.3.1.4 Tensile test

The test sample, as prepared in A.3.1.1 to A.3.1.3, as appropriate, shall be subjected to a constant tensile force equal to that given in A.3.1.1 or A.3.1.2, as appropriate. The load shall be applied for not less than 6 h. The test shall be carried out at an ambient temperature of (20 ± 5) °C. The clamping assured by the sealing ring, filling compound or by the clamping device shall be acceptable if the slippage of the mandrel or cable sample is not more than 6 mm.

A.3.1.5 Mechanical strength

After the tensile tests have been completed, the cable gland shall be submitted to the tests and examinations of a) to c) as appropriate.

- a) For cable glands with clamping by sealing ring or a clamping device, a mechanical strength test on which a torque of at least 1,5 times the value needed to prevent slipping shall be applied to the screws or nuts (whichever is the case). The cable gland shall then be dismantled and the components examined. The mechanical strength of the cable gland shall be acceptable if no deformation affecting the type of protection is found. Any deformation of the sealing rings shall be ignored.
- b) For cable glands manufactured from non-metallic materials, it is possible that the prescribed proof torque cannot be met due to temporary deformations of the thread. If no

noticeable damage is found, the cable gland shall be deemed to have passed the test if the tensile test of A.3.1.4 can still be achieved without adjustment.

- c) For cable glands with clamping by filling compound, the gland shall be dismantled as far as possible without damaging the filling compound. Upon examination, there shall be no physical or visible damage to the filling compound that would affect the type of protection afforded.

A.3.2 Tests of clamping of armoured cables

A.3.2.1 Tests of clamping where the armourings are clamped by a device within the gland

The tests shall be carried out using a sample of armoured cable of the smallest size specified for each type and size of gland. The sample of armoured cable shall be fitted into the clamping device of the cable gland. A torque shall then be applied to the screws (in the case of a flanged clamping device) or to the nut (in the case of a screwed clamping device) in order to compress the clamping device and prevent slipping of the armour. The torque so determined shall be used as a reference torque.

The clamping device shall prevent slippage of the armour when the force applied to the armour, in Newtons, is equal to:

- 80 times the value in millimetres of the diameter of the cable over the armour for Group I equipment, or
- 20 times the value in millimetres of the diameter of the cable over the armour for Group II or III equipment.

NOTE 1 The torque values referred to above may be determined experimentally prior to the tests, or they may be supplied by the manufacturer of the cable gland.

The complete cable gland and armoured cable shall then be subjected to the thermal endurance tests. The maximum service temperature shall be considered to be 75 °C unless otherwise specified by the manufacturer.

NOTE 2 The 75 °C service temperature is the median of the branching point and entry point temperatures.

NOTE 3 Cable glands employing only metallic sealing rings and metallic parts do not require thermal endurance tests.

A.3.2.1.1 Tensile test

The test sample shall be subjected to a constant tensile force equal to that defined in A.3.2.1 shall be applied for (120 ± 10) s. The test shall be carried out at an ambient temperature of (20 ± 5) °C. The clamping assured by the clamping device shall be acceptable if the slipping of the armour is effectively negligible.

A.3.2.1.2 Mechanical strength

Where screws and nuts are fitted they shall be tightened to at least 1,5 times the reference torque values established in A.3.2.1.1 and then the cable gland dismantled. The mechanical strength shall be acceptable if no deformation affecting the type of protection is found.

A.3.2.2 Tests of clamping where the armourings are not clamped by a device within the gland

The cable gland shall be treated as if it were a non-armoured type according to A.3.1.

A.3.3 Type test for resistance to impact

For the tests of 26.4.2, the cable gland shall be tested with the smallest specified cable fitted.

For testing purposes, the cable gland shall be fixed on a rigidly mounted steel plate or secured as specified by the manufacturer of the cable gland. The torque applied in fixing a threaded cable gland shall be that used to assemble the samples for the tensile test in A.3.1.4 or A.3.2.1.1, as applicable.

A.3.4 Test for degree of protection (IP) of cable glands

The test shall be carried out in accordance with IEC 60529 as below, using one cable-sealing ring of each of the different permitted sizes for each type of cable gland.

Group I – IP54 Minimum

Group II – IP54 minimum

Group III, EPL Da – IP6X minimum

Group III, EPL Db – IP6X minimum

Group IIIC, EPL Dc – IP6X minimum

Group IIIA or IIIB, EPL Dc – IP5X minimum

For sealing tests, each sealing ring shall be mounted on a sample of clean, dry cable; or a clean, dry, polished, metal mandrel, with a maximum surface roughness of $1,6 \mu\text{m } R_a$, of a diameter equal to the smallest diameter allowable in the ring as specified by the manufacturer of the cable gland. For the purposes of this test, the cable gland with cable or mandrel shall be tested after being fixed to a suitable enclosure ensuring that the sealing method at the interface between the gland and enclosure does not compromise the test results. Prior to the required IP tests, the test samples shall be subjected to the thermal endurance tests (26.8 and 26.9) and resistance to impact (26.4.2) tests.

NOTE These test samples need not be the same test samples subjected to the tensile tests A.3.1.4 and mechanical strength tests A.3.1.5.

A.4 Marking

A.4.1 Marking of cable glands

Cable glands shall be marked in accordance with 29.3 and, unless specified otherwise by the manufacturer, shall including the marking for type of protection “e” in addition to the marking for any other relevant type of protection; and, if a threaded entry, with the type and size of thread.

NOTE 1 The additional requirements for cable glands of type of protection “d” are found in IEC 60079-1.

NOTE 2 The additional requirements for cable glands of type of protection “t” are found in IEC 60079-31.

NOTE 3 The minimum IP requirements vary by equipment Group. See A.3.4

Where marking space is limited, the reduced marking requirements of 29.10 may be applied.

A.4.2 Marking of cable-sealing rings

The cable-sealing rings for cable glands that allow a variety of ring sizes shall be marked with the minimum and maximum diameters, in millimetres, of the permitted cables.

When the cable-sealing ring is bound with a metal washer, the marking may be made on the washer.

The cable-sealing rings shall be identified allowing the user to determine if the ring is appropriate for the cable gland.

Where the gland and the ring are intended to be used at service temperatures outside the range $-20 \text{ }^\circ\text{C}$ to $+80 \text{ }^\circ\text{C}$, they shall be marked with the temperature range.

Annex B
(normative)

Requirements for Ex Components

Ex Components shall comply with the requirements of the clauses listed in Table B.1.

Table B.1 – Clauses with which Ex Components shall comply

Clause or subclause	Applies (yes or no)	Remarks
1 to 4 (inclusive)	Yes	
5	No	Except that the service temperature limits shall be specified
6.1	Yes	
6.2	No	
6.3	No	
6.4	No	
6.5	Yes	
6.6	Yes	
7.1	Yes	See Note 1
7.2	Yes	See Note 1
7.3	Yes	If external (see Note 1)
7.4	Yes	If external (see Note 1)
7.5	Yes	If external (see Note 1)
8	Yes	
9.1	Yes	
9.2	Yes	But only if it is an equipment enclosure
9.3	Yes	But only if it is an equipment enclosure
10	Yes	
11	Yes	
12	Yes	
13	Yes	
14	Yes	
15.1.1	Yes	But only if it is an equipment enclosure
15.1.2	Yes	But only if it is an equipment enclosure
15.2	Yes	
15.3	Yes	
0	Yes	
15.5	Yes	
16	Yes	But only if it is an equipment enclosure
17	No	Except for machine enclosures
17.2	Yes	
19	Yes	
20	Yes	
21	Yes	
22.1	Yes	
22.2	No	
23	Yes	

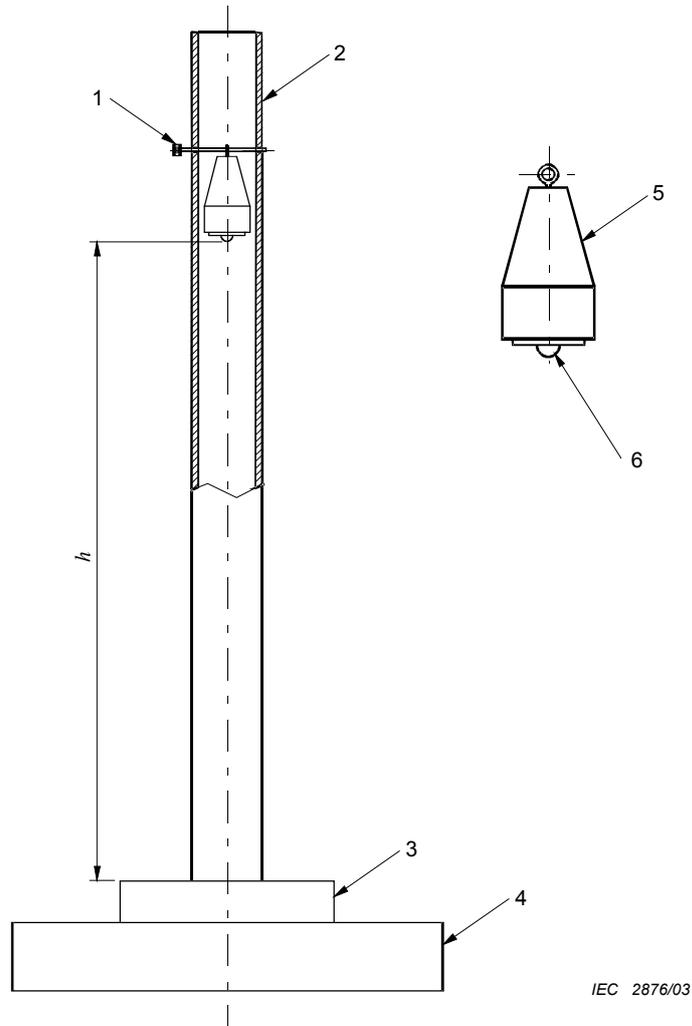
Table B.1 (continued)

Clause or subclause	Applies (yes or no)	Remarks
24	Yes	
25	Yes	
26.1	Yes	
26.2	No	
26.3	Yes	
26.4	Yes	But only if it is an equipment enclosure
26.5	Yes	But only if it is an equipment enclosure
26.5.1	Yes	Where necessary to define a service temperature
26.5.2	Yes	Where the maximum temperature is specified
26.5.3	Yes	Where the "small component" relaxation has been employed
26.6	Yes	
26.7	Yes	Where the maximum temperature is specified
26.8	Yes	
26.9	Yes	
26.10	Yes	But only if it is an equipment enclosure
26.11	Yes	But only if it is a Group I equipment enclosure
26.12	Yes	But only if it is an equipment enclosure
26.13	Yes	But only if it is an equipment enclosure
26.14	Yes	But only if it is an equipment enclosure
26.15	Yes	But only if it is an equipment enclosure
26.16	Yes	But only if it is an equipment enclosure
27	Yes	
28	Yes	
29.2	Yes	Marking is required on the Ex Component
29.3	No	
29.4	Yes	See Note 2
29.5	Yes	See Note 2
29.6	Yes	
29.7	Yes	
29.8	Yes	
29.9	Yes	
29.10	Yes	
29.11	Yes	
29.12	No	
29.13	Yes	
29.14	Yes	
29.16	No	
30	Yes	
NOTE 1 It is necessary to consider the circumstances in which these requirements apply to components placed in other enclosures.		
NOTE 2 The temperature classification is not applied to Ex Components.		

Annex C (informative)

Example of rig for resistance to impact test

See Figure C.1 for an example of a rig for resistance to impact test.



Components

- | | |
|----------------------------------|--|
| 1 adjustment pin | 5 steel mass of 1 kg |
| 2 plastic guide tube | 6 impact head of hardened steel, 25 mm in diameter |
| 3 test piece | h height of fall |
| 4 steel base (mass ≥ 20 kg) | |

Figure C.1 – Example of rig for resistance to impact test

Annex D (informative)

Motors supplied by converters

When motors are supplied from a converter to enable operation at varying speeds and loads, it is necessary to establish the thermal performance with the particular converter (and output filter, if used) throughout the specified speed and torque range. This needs to be done through a combination of type testing and calculation. The specific methods to be used are described in the specific standards for the type of protection.

NOTE 1 Because of possible difficulties in arranging a test with the exact motor/converter combination, tests using a similar converter may be acceptable subject to comparison of the characteristics.

NOTE 2 Additional factors may also need to be taken into account, in discussion between manufacturer, user and installer. These include the provision by the user of additional output filters, or reactors, and the length of cable between converter and motor, which both affect motor input voltage and can cause additional motor heating.

For some types of protection, it will usually be necessary to use a protective device. This device needs to be specified in the documentation and its effectiveness needs to be proven by test or by calculation.

NOTE 3 High-frequency switching in converters can lead to rapid rise time voltage stress in the windings and cable circuits and therefore a further potential source of ignition. It is necessary to consider the effects of this stress according to the type of protection. In some circumstances, it will be necessary to add an additional output filter after the converter.

The descriptive documentation for the motor needs to include the necessary parameters and conditions required for use with a converter.

Stray currents may be introduced into shafts and bearings in motors operated from converters. One or more of the following solutions should be employed:

- Use of suitable output filters
- Use of shaft earthing brushes with a type of protection suitable for the intended EPL
- Use of bearing insulation techniques
- Bonding and earthing cabling and potential equalizing systems
- Suitable converter topology matched with the motor design to minimize common mode voltages.

Alternative methods may be employed which can demonstrate the elimination of common mode voltages.

NOTE 4 Further information is given in IEC/TS 60034-17, IEC 60034-25, and IEEE/PCIC-2002-08.

NOTE 5 These stray currents may also be introduced into other parts of the mechanical system driven by the motor. Similar protection may be required there also.

NOTE 6 The electro-magnetic radiation from cables of converter-fed motors may be sufficient to cause interference with proper operation of Group I pilot wire circuits.

Annex E (informative)

Temperature rise testing of electric machines

Whether the maximum positive tolerance or maximum negative tolerance on the rated voltage will result in the maximum surface temperature, typically depends on the following conditions:

- Small asynchronous machines rated at less than 5 kW, generally exhibit the maximum surface temperature when operating with an applied voltage that is greater than the rated voltage, due to the core loss and magnetizing current, which increases rapidly as the iron core saturates at the higher applied voltage.
- Asynchronous machines rated between 5 kW and 20 kW are influenced by many factors that determine the performance and it is not possible to predict the overriding effect without detailed knowledge of the particular design.
- Larger asynchronous machines rated at more than 20 kW, generally exhibit the maximum surface temperature when operating with an applied voltage that is less than the rated voltage, due to the increased I^2R losses resulting from the increased currents. In this case, these losses are generally greater than those that would occur from core losses and magnetizing current resulting from an applied voltage that is greater than the rated voltage.

NOTE 1 The rated powers shown are general reference values, depending on the relative core magnetizing. High pole machines or specific customization can influence the value.

The alternative temperature determination methods detailed in IEC 60034-29 may be applied. The “±5 %” or “±10 %” supply voltage factors of 26.5.1 should be included in the determination of maximum surface temperature when the methods of IEC 60034-29 are applied.

The maximum surface temperature rise of converter-fed machines should be determined under “worst case” conditions using one of the test methods below:

- Specific converter
 - A machine should be tested with the intended converter.
- Comparable converter
 - A machine may be tested using a comparable converter when sufficient information is available to judge the comparability. Additional safety factors may be applied to account for the degree of comparability.
- Sinusoidal supply
 - The machine torque should be proportional to the square of the speed.
 - The motor should be loaded to maximum load at rated speed.
 - The alternative temperature determination methods detailed in IEC 60034-29 may also be applied.
 - Additional safety factors may be applied to account for the degree of comparability.
- Motors of type of protection “d”, “p2”, or “t” tested on sinusoidal supply
 - Provision of appropriate direct thermal protection, normally in the stator winding, which has sufficient margin to be able to detect and prevent excessive temperatures at the rotor bearings, bearing caps, and shaft extensions. The margin may be determined by test or by calculation. The mandatory use of the thermal protection is shown as a specific condition of use.

² Type of protection “px” may require a mandatory “cool down” time to allow hot internal components to cool to the marked temperature class.

NOTE 2 When agreeable to the manufacturer, the user, and the certification body (if one is involved), calculations, with appropriate safety factors may be used to determine the maximum surface temperature. The calculation should be based on previously established representative test data and in accordance to IEC 60034-7 and IEC 60034-25.

For the determination of the maximum surface temperature, the “worst case” condition of the converter-fed motor needs to be determined, and might include the following:

- Torque/speed characteristics (Variable (square law) / linear / constant torque vs. speed)
 - Motors for Variable torque loads require maximum surface temperature determination at maximum power at maximum rated speed
 - Motors for linear loads and constant torque loads require maximum surface temperature determination at least at the minimum and maximum speed
 - Motors for complex loads require maximum surface temperature determination at least at the break points in the speed/torque curve
- Constant power
 - Require determination maximum surface temperature at minimum and maximum speed
- Voltage drop (cable length, filters, converter)
 - The voltage drop of all components have to be taken into account during project planning and commissioning. Therefore, information about the voltage drop of converter, filter, voltage drop along the cable, system configuration and input voltage for converter will need to be known. The manufacturer’s instructions should provide all relevant information necessary to calculate / set up the range of safe operation.
- Output characteristics of power supply (dV/dt , switching frequency)
 - Lower carrier frequencies tend to increase motor heating. Specific conditions of use may be required to specify the minimum carrier frequency.
- Coolant
 - Maximum surface temperature determined with minimum rated flow / maximum rated coolant temperature
 - Specific conditions of use may be required to specify coolant requirements.

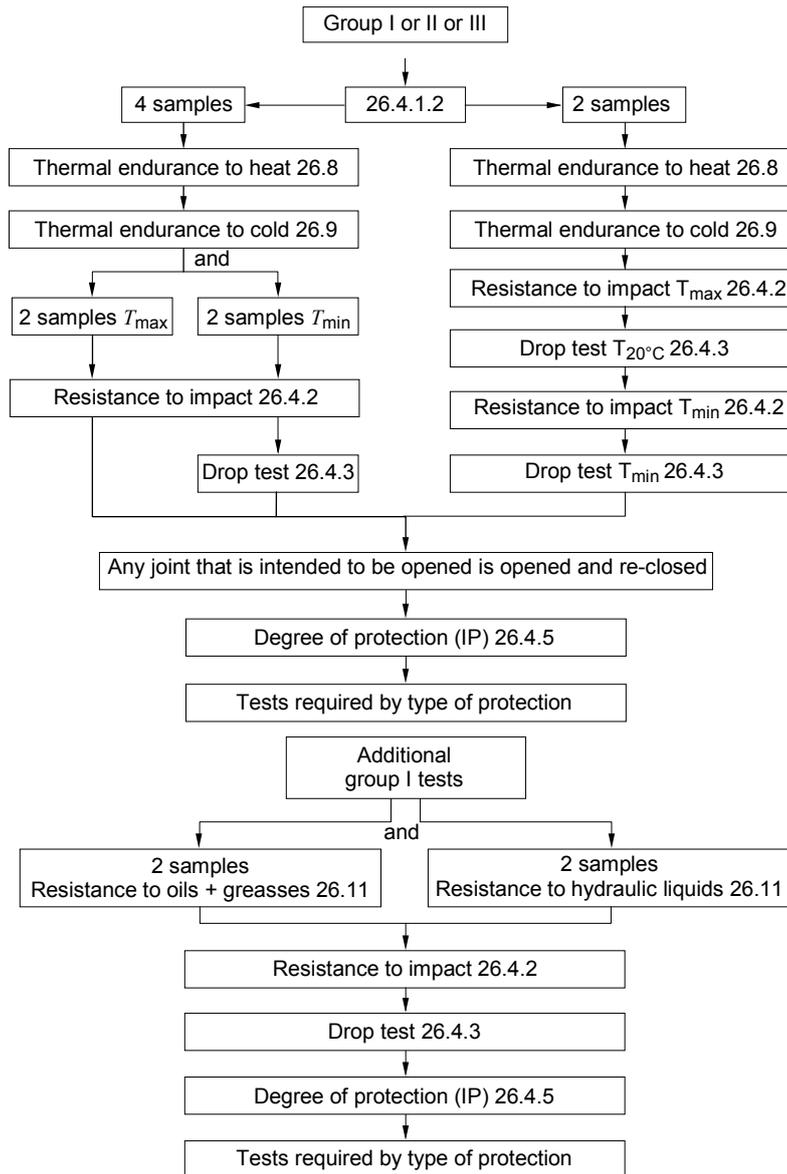
NOTE 3 The rotor can run significantly hotter than the stator. The significance of the problem varies with the type of protection. The determination of rotor temperature is particularly important for motors protected using types of protection “nA”, “e”, or some “px³” but could also be significant for types of protection “d”, “py”, “pz”, or “t”, when the hot rotor results in those high temperatures being transferred to the bearings and external shaft.

³ Type of protection “px” may require a mandatory “cool down” time to allow hot internal components to cool to the marked temperature class.

Annex F (informative)

Guideline flowchart for tests of non-metallic enclosures or non-metallic parts of enclosures (26.4)

NOTE This Annex only provides a general overview of the tests of enclosures required for the most common implementations of equipment. Specific attention needs to be paid to the detailed text of the applicable requirements when developing the test program for specific equipment.



IEC 1142/11

Figure F.1 – Non-metallic enclosures or non-metallic parts of enclosures

Bibliography

IEC/TS 60034-17, *Rotating electrical machines – Part 17: Cage induction motors when fed from converters – Application guide*

IEC/TR 60034-25, *Rotating electrical machines – Part 25: Guidance for the design and performance of a.c. motors specifically designed for converter supply*

IEC 60034-29, *Rotating electrical machines – Part 29: Equivalent loading and superposition techniques – indirect testing to determine temperature rise*

IEC 60079-10-1, *Explosive atmospheres – Part 10-1: Classification of areas – Explosive gas atmospheres*

IEC 60079-10-2, *Explosive atmospheres – Part 10-2: Classification of areas – Combustible dust atmospheres*

IEC 60079-14, *Electrical apparatus for explosive gas atmospheres – Part 14: Electrical installations in hazardous areas (other than mines)*

IEC 60079-17, *Electrical apparatus for explosive gas atmospheres – Part 17: Inspection and maintenance of electrical installations in hazardous areas (other than mines)*

IEC 60079-19, *Explosive atmospheres – Part 19: Equipment repair, overhaul and reclamation*

IEC 60079-27, *Electrical apparatus for explosive gas atmospheres – Part 27: Fieldbus intrinsically safe concept (FISCO) and fieldbus non-incendive concept (FNICO)*

IEC/TS 60079-32, *Explosive atmospheres – Part 32: Electrostatics⁴*

IEC 61241-2-1:1994, *Electrical apparatus for use in the presence of combustible dust – Part 2: Test methods – Section 1: Methods for determining the minimum ignition temperatures of dust*

IEC/TR 61241-2-2, *Electrical apparatus for use in the presence of combustible dust – Part 2: Test methods – Section 2: Method for determining the electrical resistivity of dust in layers*

ISO/IEC 17000, *Conformity assessment – General vocabulary and general principles*

ISO 4225: 1994, *Air quality – General aspects – Vocabulary*

CLC/TR50427 – *Assessment of inadvertent ignition of flammable atmospheres by radio-frequency radiation – Guide*

IEEE/PCIC-2002-08 – R.F. Schiferl, M. J. Melfi, J. S. Wang, “Inverter driven induction motor bearing current solutions,” 49th Annual IEEE Petroleum and Chemical Industry Conference, 23-25 Sept. 2002, pp. 67 – 75.

⁴ Under consideration.

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS.....	104
1 Domaine d'application	107
2 Références normatives.....	109
3 Termes et définitions	112
4 Groupes d'appareils	124
4.1 Groupe I.....	124
4.2 Groupe II.....	124
4.3 Groupe III.....	125
4.4 Appareil pour une atmosphère explosive particulière	125
5 Températures.....	125
5.1 Influences environnementales	125
5.1.1 Température ambiante.....	125
5.1.2 Source externe de chaleur ou de refroidissement	125
5.2 Température de service.....	126
5.3 Température maximale de surface.....	126
5.3.1 Détermination de la température maximale de surface.....	126
5.3.2 Limitation de la température maximale de surface	126
5.3.3 Température des petits composants des matériels électriques du Groupe I ou du Groupe II.....	127
6 Exigences pour tous les appareils électriques	129
6.1 Généralités.....	129
6.2 Résistance mécanique de l'appareil	129
6.3 Temps d'ouverture	129
6.4 Courants de circulation dans les enveloppes (par exemple, de machines électriques de grandes dimensions)	130
6.5 Maintien des garnitures d'étanchéité	130
6.6 Appareil émettant une énergie rayonnée électromagnétique ou ultrasonique.....	130
6.6.1 Sources de radio fréquences	130
6.6.2 Lasers ou autres sources d'ondes continues	131
6.6.3 Sources d'ultrasons	132
7 Enveloppes non métalliques et parties non métalliques d'enveloppes	132
7.1 Généralités.....	132
7.1.1 Applicabilité.....	132
7.1.2 Spécification des matériaux.....	132
7.2 Endurance thermique	133
7.2.1 Essais pour l'endurance thermique	133
7.2.2 Sélection des matériaux	133
7.2.3 Qualification alternative pour les joints toriques d'étanchéité en élastomère	133
7.3 Résistance à la lumière	134
7.4 Charges électrostatiques des matériaux externes non métalliques	134
7.4.1 Applicabilité.....	134
7.4.2 Evitement du développement d'une charge électrostatique sur les appareils électriques du Groupe I ou du Groupe II.....	134
7.4.3 Evitement du développement d'une charge électrostatique sur un appareil du Groupe III.....	136
7.5 Parties métalliques accessibles.....	137

8	Enveloppes métalliques et parties métalliques d'enveloppes	138
8.1	Composition des matériaux	138
8.2	Groupe I	138
8.3	Groupe II	138
8.4	Groupe III	139
9	Fermetures	139
9.1	Généralités	139
9.2	Fermetures spéciales	140
9.3	Trous pour fermetures spéciales	140
9.3.1	Engagement du filetage	140
9.3.2	Tolérance et espace	140
9.3.3	Vis sans tête à six pans creux	142
10	Dispositifs de verrouillage	142
11	Traversées	142
12	Matériaux utilisés pour les scellements	142
13	Composants Ex	142
13.1	Généralités	142
13.2	Montage	143
13.3	Montage à l'intérieur du matériel	143
13.4	Montage à l'extérieur du matériel	143
13.5	Certificat pour les composants Ex	143
14	Éléments de raccordement et logements de raccordement	143
14.1	Généralités	143
14.2	Logement de raccordement	143
14.3	Mode de protection	143
14.4	Lignes de fuite et distances d'isolement	144
15	Éléments de raccordement des conducteurs de mise à la terre ou de liaison équipotentielle	144
15.1	Appareil nécessitant une mise à la terre	144
15.1.1	A l'intérieur	144
15.1.2	A l'extérieur	144
15.2	Appareil ne nécessitant pas une mise à la terre	144
15.3	Dimension d'un élément de raccordement	144
15.4	Protection contre la corrosion	145
15.5	Sécurisation des connexions électriques	145
16	Entrées dans les enveloppes	145
16.1	Généralités	145
16.2	Identification des entrées	146
16.3	Entrées de câbles	146
16.4	Éléments d'obturation	146
16.5	Adaptateurs filetés	146
16.6	Température au point de branchement et au point d'entrée	147
16.7	Charges électrostatiques des gaines de câbles	147
17	Exigences complémentaires pour machines électriques tournantes	148
17.1	Ventilation	148
17.1.1	Orifices de ventilation	148
17.1.2	Matériaux pour les ventilateurs externes	148
17.1.3	Ventilateurs de refroidissement de machines électriques tournantes	148

17.1.4 Ventilateurs auxiliaires pour le refroidissement des moteurs.....	149
17.1.5 Ventilateurs d'aération.....	149
17.2 Paliers.....	150
18 Exigences complémentaires pour appareillage de connexion.....	150
18.1 Diélectrique inflammable	150
18.2 Sectionneurs	150
18.3 Groupe I – Dispositions pour le verrouillage	151
18.4 Portes et couvercles.....	151
19 Exigences complémentaires pour coupe-circuits à fusibles.....	151
20 Exigences complémentaires pour les prises de courant et les connecteurs.....	152
20.1 Généralités.....	152
20.2 Atmosphères explosives gazeuses	152
20.3 Atmosphères explosives de poussières	152
20.4 Fiches sous tension.....	152
21 Exigences complémentaires pour les luminaires.....	153
21.1 Généralités.....	153
21.2 Couvercles des luminaires d'EPL Mb, EPL Gb ou EPL Db.....	153
21.3 Couvercles des luminaires d'EPL Gc ou EPL Dc	154
21.4 Lampes à vapeur de sodium.....	154
22 Exigences complémentaires pour lampes-chapeaux et lampes à main	154
22.1 Lampes-chapeaux du Groupe I.....	154
22.2 Lampes-chapeaux et lampes à main du Groupe II et du Groupe III.....	154
23 Appareil incorporant des éléments et des batteries.....	155
23.1 Généralités	155
23.2 Batteries	155
23.3 Types d'éléments	155
23.4 Éléments dans une batterie	156
23.5 Caractéristiques assignées des batteries.....	156
23.6 Interchangeabilité	156
23.7 Charge des piles.....	156
23.8 Fuite.....	157
23.9 Connexions	157
23.10 Orientation.....	157
23.11 Remplacement d'éléments ou de batteries.....	157
23.12 Ensemble de batteries remplaçables	157
24 Documentation	157
25 Conformité du prototype ou de l'échantillon avec les documents	157
26 Essais de type.....	158
26.1 Généralités.....	158
26.2 Configuration d'essai.....	158
26.3 Essais en présence de mélanges d'essai explosifs	158
26.4 Essais des enveloppes	158
26.4.1 Ordre des essais	158
26.4.2 Résistance au choc mécanique	160
26.4.3 Essai de chute.....	161
26.4.4 Critères d'acceptation.....	162
26.4.5 Degré de protection (IP) par les enveloppes	162
26.5 Essais thermiques.....	163

26.5.1	Mesure de la température.....	163
26.5.2	Essai de choc thermique.....	165
26.5.3	Essai d'inflammation de petits composants (Groupe I et Groupe II).....	165
26.6	Essai de rotation pour les traversées.....	166
26.6.1	Procédure d'essai.....	166
26.6.2	Critères d'acceptation.....	166
26.7	Enveloppes non métalliques ou parties non métalliques d'enveloppes.....	166
26.7.1	Généralités.....	166
26.7.2	Températures d'essai.....	167
26.8	Endurance thermique à la chaleur.....	167
26.9	Endurance thermique au froid.....	168
26.10	Résistance à la lumière.....	168
26.10.1	Procédure d'essai.....	168
26.10.2	Critères d'acceptation.....	168
26.11	Résistance aux agents chimiques de l'appareil électrique du Groupe I.....	168
26.12	Continuité de terre.....	169
26.13	Vérification de la résistance de surface de parties d'enveloppes en matériaux non métalliques.....	170
26.14	Mesure de la capacité.....	171
26.14.1	Généralités.....	171
26.14.2	Procédure d'essai.....	171
26.15	Vérification des caractéristiques assignées des ventilateurs d'aération.....	172
26.16	Qualification alternative pour les joints toriques d'étanchéité en élastomère.....	172
27	Essais individuels.....	173
28	Responsabilité du constructeur.....	173
28.1	Conformité à la documentation.....	173
28.2	Certificat.....	173
28.3	Responsabilité du marquage.....	173
29	Marquage.....	173
29.1	Applicabilité.....	173
29.2	Emplacement.....	174
29.3	Généralités.....	174
29.4	Marquage Ex pour les atmosphères explosives gazeuses.....	174
29.5	Marquage Ex pour atmosphères explosives de poussières.....	176
29.6	Modes (ou niveaux) de protection combinés.....	178
29.7	Modes de protection multiples.....	178
29.8	Matériel de niveau de protection Ga utilisant deux modes (ou niveaux) de protection Gb indépendants.....	179
29.9	Composants Ex.....	179
29.10	Petits appareils et petits composants Ex.....	179
29.11	Appareils et composants Ex extrêmement petits.....	180
29.12	Marquages d'avertissement.....	180
29.13	Marquage alternatif des niveaux de protection de l'appareil (EPL).....	180
29.13.1	Marquage alternatif du mode de protection pour les atmosphères explosives gazeuses.....	181
29.13.2	Marquage alternatif du mode de protection pour les atmosphères explosives de poussières.....	181
29.14	Éléments et batteries.....	181
29.15	Machines électriques tournantes alimentées par un convertisseur.....	182

29.16 Exemples de marquage	182
30 Instructions.....	185
30.1 Généralités.....	185
30.2 Eléments et batteries.....	185
30.3 Machines électriques tournantes	186
30.4 Ventilateurs d'aération	186
Annexe A (normative) Exigences complémentaires pour les entrées de câbles	187
Annexe B (normative) Exigences pour les composants Ex	196
Annexe C (informative) Exemple de dispositif pour l'essai de résistance au choc mécanique.....	198
Annexe D (informative) Moteurs alimentés par des convertisseurs.....	199
Annexe E (informative) Essais d'échauffement des machines électriques tournantes.....	200
Annexe F (informative) Organigramme suggéré pour les essais des enveloppes non métalliques ou des parties non métalliques d'enveloppes (26.4)	203
Bibliographie.....	204
Figure 1 – Tolérances et espace pour fermetures filetés	141
Figure 2 – Surface en contact sous la tête d'une fermeture à tige réduite	141
Figure 3 – Illustration des points d'entrée et de branchement.....	147
Figure 4 – Assemblage d'échantillon pour essai pour l'essai de continuité de terre	170
Figure 5 – Eprouvette avec électrodes peintes.....	171
Figure 6 – Rémanence à la compression d'un joint torique	173
Figure A.1 – Illustration des termes utilisés pour les entrées de câble	188
Figure A.2 – Arrondi du point d'entrée d'un câble flexible.....	189
Figure C.1 – Exemple de dispositif pour l'essai de résistance au choc mécanique	198
Figure F.1 – Enveloppes non métalliques ou parties non métalliques d'enveloppes	203
Tableau 1 – Températures ambiantes d'utilisation et marquage additionnel	125
Tableau 2 – Classement des températures maximales de surface pour l'appareil électrique du Groupe II	127
Tableau 3a – Evaluation du classement en température, en fonction de la taille du composant et à la température ambiante de 40 °C.....	128
Tableau 3b – Evaluation du classement en température, surface du composant \geq 20 mm ² – Variation de la puissance dissipée maximale avec la température ambiante	128
Tableau 4 – Seuils de puissance de radio fréquences.....	131
Tableau 5 – Seuils d'énergie de radio fréquences.....	131
Tableau 6 – Limitations de surfaces.....	136
Tableau 7 – Diamètre ou largeur maximaux.....	136
Tableau 8 – Limitation de l'épaisseur de la couche non métallique	136
Tableau 9 – Capacité maximale des parties métalliques non reliées à la terre	138
Tableau 10 – Section minimale des conducteurs de mise à la terre de protection	145
Tableau 11 – Piles.....	155
Tableau 12 – Accumulateurs.....	156
Tableau 13 – Essais de tenue aux chocs	161

Tableau 14 – Couple à appliquer à la tige des traversées utilisées comme éléments de raccordement.....	166
Tableau 15 – Essai d’endurance thermique.....	167
Tableau 16 – Texte des marquages d’avertissement.....	180
Tableau B.1 – Articles auxquels les composants Ex doivent être conformes	196

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

ATMOSPHÈRES EXPLOSIVES –

Partie 0: Matériel – Exigences 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 60079-0 a été établie par le comité d'études 31 de la CEI: Equipements pour atmosphères explosives.

Cette sixième édition annule et remplace la cinquième édition publiée en 2007 dont elle constitue une révision technique complète.

Les principales modifications apportées par rapport à l'édition précédente sont indiquées ci-dessous:

- Intégration des définitions propres aux paramètres de limitation d'énergie dans la CEI 60079-11
- Ajout d'une note pour clarifier le fait que les exigences applicables aux enveloppes non métalliques sont applicables également à certaines parties d'enveloppes

- Extension de données de spécification de matériaux pour les plastiques et les élastomères, y compris la résistance aux ultraviolets
- Ajout d'une nouvelle qualification pour les joints toriques
- Ajout de critères alternatifs concernant la résistance superficielle
- Ajout d'une limite de la tension de claquage pour des couches non métalliques appliquées aux enveloppes métalliques
- Extension des options du marquage « X » aux matériaux constitutifs d'enveloppes non métalliques qui ne sont pas conformes aux exigences électrostatiques de base
- Clarification du fait que les exigences relatives aux enveloppes non métalliques s'appliquent également aux enveloppes métalliques revêtues d'une couche de peinture ou enrobées
- Clarification de l'essai de détermination de la capacité des parties métalliques accessibles, avec une réduction de la capacité acceptable
- Ajout de limites applicables à la teneur en zirconium pour les enveloppes des Groupes III et II (Gb uniquement)
- Introduction d'un marquage « X » pour les enveloppes du Groupe III non conformes aux exigences de base pour les matériaux, analogue au marquage existant pour les enveloppes du Groupe II
- Ajout de vis à tête ronde pour les « fermetures spéciales » admises
- Référence à la CEI 60034-1 pour les exigences de mise à la terre de protection (PE) pour les machines électriques tournantes
- Clarification de la terminologie pour les entrées de câble, les éléments d'obturation et les adaptateurs filetés
- Ajout d'exigences applicables aux ventilateurs d'aération
- Ajout d'une construction alternative pour les sectionneurs
- Suppression des limites de tension applicables aux prises de courant
- Ajout d'exigences d'essai pour l'essai d'évitement d'arc applicable aux prises de courant
- Mise à jour des informations concernant les éléments et les batteries afin de prendre en compte les normes les plus récentes
- Révision de l'essai de choc applicable aux parties en verre
- Révision de la procédure d'essai de choc afin de traiter du « rebond » de la pièce de frappe
- Clarification des exigences d'essai pour les températures de « service » et de « surface »
- Ajout d'essais d'échauffement pour les moteurs alimentés par un convertisseur
- Ajout d'une méthode d'essai alternative pour l'endurance thermique
- Suppression de l'« essai de charge » et ajout d'une note de recommandation
- Clarification de l'essai de mesure de capacité
- Ajout d'une « liste des limitations » des certificats pour les composants Ex
- Clarification du marquage des classes à températures multiples
- Ajout d'un marquage des moteurs alimentés par un convertisseur
- Suppression du marquage IP pour le Groupe III
- Ajout d'instructions spécifiques pour les machines électriques tournantes
- Ajout d'instructions spécifiques pour les ventilateurs d'aération
- Mise à jour de l'Annexe informative D relative aux moteurs alimentés par un convertisseur
- Mise à jour de l'Annexe informative E relative aux essais de température des moteurs

- Ajout de l'Annexe informative F, organigramme relatif aux essais des enveloppes non métalliques et des parties non métalliques d'enveloppes

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
31/922/FDIS	31/939/RVD

Le rapport de vote indiqué dans le tableau ci-dessus donne toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de la présente norme.

Cette publication a été rédigée selon les Directives ISO/CEI, Partie 2.

Une liste de toutes les parties de la série CEI 60079, sous le titre général *Atmosphères explosives* est disponible sur le site web de la CEI.

Les futures normes de cette série porteront le nouveau titre général cité ci-dessus. Les titres des normes existantes de la série seront mis à jour à l'occasion d'une nouvelle édition.

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.

ATMOSPHÈRES EXPLOSIVES –

Partie 0: Matériel – Exigences générales

1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 60079 spécifie les exigences générales de construction, d'essais et de marquage du matériel électrique et des Composants Ex destinés à être utilisés dans des atmosphères explosives.

Les conditions atmosphériques normales (relatives aux caractéristiques d'explosion de l'atmosphère) dans lesquelles il peut être supposé que l'appareil électrique peut être utilisé sont les suivantes:

- température de -20 °C à $+60\text{ °C}$;
- pression de 80 kPa (0,8 bar) à 110 kPa (1,1 bar) et
- air avec teneur normale en oxygène, typiquement 21 % v/v.

La présente norme et les autres normes qui la complètent spécifient des exigences d'essai supplémentaires pour les équipements fonctionnant hors de la plage de température normale, une attention supplémentaire ultérieure et des essais complémentaires pouvant toutefois se révéler nécessaires pour les équipements fonctionnant hors de la plage de pression atmosphérique normale et de la teneur normale en oxygène, notamment pour les modes de protection qui dépendent de l'extinction d'une flamme tel qu'une «enveloppe antidéflagrante « d » » (CEI 60079-1) ou de la limitation de l'énergie tel que la « sécurité intrinsèque « i » » (CEI 60079-11).

NOTE 1 Bien que les conditions atmosphériques normales ci-dessus spécifient une plage de températures atmosphériques comprise entre -20 °C et $+60\text{ °C}$, la plage de températures ambiantes normale pour l'appareil est comprise entre -20 °C et $+40\text{ °C}$, sauf spécification contraire dûment marquée. Voir 5.1.1. Il est considéré qu'une plage de températures comprise entre -20 °C et $+40\text{ °C}$ convient pour la plupart des équipements et que la fabrication de tous les équipements en vue de leur adaptation à une température ambiante supérieure normale de $+60\text{ °C}$ imposerait des contraintes de conception inutiles.

NOTE 2 Les exigences données dans la présente norme résultent d'une évaluation des risques d'inflammation réalisée sur l'appareil électrique. Les sources d'inflammation prises en compte sont celles associées à ce type d'appareil, telles que les surfaces chaudes, les étincelles d'origine mécanique, les impacts mécaniques à l'origine de réactions thermiques, les arcs électriques et les décharges d'électricité statique dans des environnements industriels normaux.

NOTE 3 Il est admis qu'avec les progrès technologiques, il est possible d'atteindre les objectifs des normes de la série CEI 60079 concernant la prévention en matière d'explosion par des méthodes qui ne sont pas encore entièrement définies. Lorsqu'un constructeur souhaite tirer profit de tels progrès, la présente norme internationale ainsi que d'autres normes de la série CEI 60079 peuvent être appliquées en partie. Il est attendu que le constructeur prépare la documentation qui définit clairement la façon dont les normes de la série CEI 60079 ont été appliquées, ainsi qu'une explication complète des techniques supplémentaires employées. La désignation "Ex s" a été réservée pour indiquer une protection spéciale. La norme CEI 60079-33, relative à la protection spéciale « s », est en préparation.

NOTE 4 Lorsqu'une atmosphère explosive gazeuse et une atmosphère de poussières combustibles sont ou peuvent être présentes simultanément, il convient de considérer la présence simultanée des deux atmosphères, ce qui peut exiger des mesures de protection supplémentaires.

La présente norme ne spécifie pas d'exigences de sécurité autres que celles directement liées au risque d'explosion. Les sources d'inflammation telles que la compression adiabatique, les ondes de choc, les réactions chimiques exothermiques, l'auto-inflammation des poussières, les flammes nues, les gaz et liquides chauds, ne sont pas traités par la présente norme.

NOTE 5 Il convient que de tels matériels soient soumis à une analyse de risque qui identifie et dresse la liste de toutes les sources potentielles d'inflammation du matériel électrique ainsi que les mesures à appliquer afin que celles-ci ne deviennent actives.

La présente norme est complétée ou modifiée par les normes suivantes relatives à des modes de protection spécifiques:

- CEI 60079-1: Gaz – Enveloppes antidéflagrantes «d»;
- CEI 60079-2: Gaz – Enveloppes à surpression interne «p»;
- CEI 60079-5: Gaz – Remplissage pulvérulent «q»;
- CEI 60079-6: Gaz – Immersion dans l'huile «o»;
- CEI 60079-7: Gaz – Sécurité augmentée «e»;
- CEI 60079-11: Gaz – Sécurité intrinsèque «i»;
- CEI 60079-15: Gaz – Mode de protection «n»;
- CEI 60079-18: Gaz et poussières – Encapsulation «m»;
- CEI 60079-31: Poussières – Protection par enveloppe « t »;
- CEI 61241-4: Poussières – Surpression interne « pD ».

NOTE 6 Des informations complémentaires sur les types de protection pour le matériel non électrique sont données dans l'ISO/CEI 80079-36 (à publier).

La présente norme est complétée ou modifiée par les normes suivantes relatives aux matériels:

CEI 60079-13: Atmosphères explosives – Partie 13: Protection du matériel par salle à surpression interne « p »

CEI 60079-25: Atmosphères explosives – Partie 25: Systèmes électriques de sécurité intrinsèque

CEI 60079-26: Atmosphères explosives – Partie 26: Matériel d'un niveau de protection du matériel (EPL) Ga

CEI 60079-28: Atmosphères explosives – Partie 28: Protection du matériel et des systèmes de transmission utilisant le rayonnement optique

CEI 62013-1: Lampes-chapeaux utilisables dans les mines grisouteuses – Partie 1: Exigences générales – Construction et essais liés au risque d'explosion

CEI 60079-30-1: Atmosphères explosives – Partie 30-1: Traçage par résistance électrique – Exigences générales et d'essais

La présente norme et les autres normes complémentaires mentionnées ci-dessus ne s'appliquent pas à la construction:

- du matériel électromédical,
- de détonateurs de mise à feu,
- de dispositifs d'essai pour détonateurs, et
- de circuits d'allumage d'explosifs.

2 Références normatives

Les documents référencés suivants sont indispensables pour l'application du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document référencé (y compris les éventuels amendements) s'applique.

CEI 60034-1, *Machines électriques tournantes – Partie 1: Caractéristiques assignées et caractéristiques de fonctionnement*

CEI 60034-5, *Machines électriques tournantes – Partie 5: Classification des degrés de protection procurés par les enveloppes des machines électriques tournantes (code IP)*

CEI 60050-426, *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) – Chapitre 426: Matériel électrique pour atmosphères explosives*

CEI 60079-1, *Atmosphères explosives – Partie 1: Protection du matériel par enveloppes antidéflagrantes «d»*

CEI 60079-2, *Atmosphères explosives – Partie 2: Protection du matériel par enveloppes à surpression interne «p»*

CEI 60079-5, *Atmosphères explosives – Partie 5: Protection du matériel par remplissage pulvérulent «q»*

CEI 60079-6, *Atmosphères explosives – Partie 6: Protection du matériel par immersion dans l'huile «o»*

CEI 60079-7, *Atmosphères explosives – Partie 7: Protection du matériel par sécurité augmentée «e»*

CEI 60079-11, *Atmosphères explosives – Partie 11: Protection du matériel par sécurité intrinsèque «i»*

CEI 60079-15, *Atmosphères explosives – Partie 15: Protection du matériel par mode de protection «n»*

CEI 60079-18, *Atmosphères explosives – Partie 18: Protection du matériel par encapsulage «m»*

CEI 60079-20-1, *Atmosphère explosive – Partie 20-1: Caractéristiques des substances pour le classement des gaz et des vapeurs, méthodes et données d'essai*

CEI 60079-25: *Atmosphères explosives – Partie 25: Systèmes de sécurité intrinsèque*

CEI 60079-26: *Atmosphères explosives – Partie 26: Matériel d'un niveau de protection du matériel (EPL) Ga*

CEI 60079-28: *Atmosphères explosives – Partie 28: Protection du matériel et des systèmes de transmission utilisant le rayonnement optique*

CEI 60079-30-1: *Atmosphères explosives – Partie 30-1: Traçage par résistance électrique – Exigences générales et d'essais*

CEI 60079-31: *Atmosphères explosives – Partie 31: Protection du matériel contre l'inflammation des poussières par enveloppe « t »*

CEI 60086-1, *Piles électriques – Partie 1: Généralités*

CEI 60095-1, *Batteries d'accumulateurs de démarrage au plomb – Partie 1: Exigences générales et méthodes d'essais*

CEI 60192, *Lampes à vapeur de sodium à basse pression – Prescriptions de performance*

CEI 60216-1, *Matériaux isolants électriques – Propriétés d'endurance thermique – Partie 1: Méthodes de vieillissement et évaluation des résultats d'essai*

CEI 60216-2, *Matériaux isolants électriques – Propriétés d'endurance thermique – Partie 2: Détermination des propriétés d'endurance thermique de matériaux isolants électriques – Choix de critères d'essai*

CEI 60243-1, *Rigidité électrique des matériaux isolants – Méthodes d'essai – Partie 1: Essais aux fréquences industrielles*

CEI 60254 (toutes les parties), *Batteries d'accumulateurs de traction au plomb*

CEI 60423, *Conduits de protection des conducteurs – Diamètres extérieurs des conduits pour installations électriques et filetages pour conduits et accessoires*

CEI 60529, *Degrés de protection procurés par les enveloppes (code IP)*

CEI 60622, *Accumulateurs alcalins et autres accumulateurs à électrolyte non acide – Eléments individuels parallélépipédiques rechargeables étanches au nickel-cadmium*

CEI 60623, *Accumulateurs alcalins et autres accumulateurs à électrolyte non acide – Eléments individuels parallélépipédiques rechargeables ouverts au nickel-cadmium*

CEI 60662, *Lampes à vapeur de sodium à haute pression*

CEI 60664-1, *Coordination de l'isolement des matériels dans les systèmes (réseaux) à basse tension – Partie 1: Principes, prescriptions et essais*

CEI 60947-1, *Appareillage à basse tension – Partie 1: Règles générales*

CEI 60896-11, *Batteries stationnaires au plomb – Partie 11: Batteries au plomb du type ouvert – Prescriptions générales et méthodes d'essai*

CEI 60896-21, *Batteries stationnaires au plomb – Partie 21: Types étanches à soupapes – Méthodes d'essai*

CEI 60952 (toutes les parties), *Batteries d'aéronefs*

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 61241-4, *Matériels électriques destinés à être utilisés en présence de poussières combustibles – Partie 4: Mode de protection « pD »*

CEI 61427, *Accumulateurs pour les systèmes photovoltaïques (SPV) – Exigences générales et méthodes d'essais*

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 hydrures*

CEI 61960, *Accumulateurs alcalins et autres accumulateurs à électrolyte non acide – éléments et batteries d'accumulateurs au lithium pour applications portables*

CEI 62013-1, *Lampes-chapeaux utilisables dans les mines grisouteuses – Partie 1: Exigences générales – Construction et essais liés au risque d'explosion*

ISO 178, *Plastiques – Détermination des propriétés en flexion*

ISO 179 (toutes parties), *Plastiques – Détermination de la résistance aux chocs Charpy*

ISO 262, *Filetages métriques ISO pour usages généraux – Sélection de dimensions pour la boulonnerie*

ISO 273, *Eléments de fixation – Trous de passage pour vis*

ISO 286-2, *Système ISO de tolérances et d'ajustements – Partie 2: Tables des degrés de tolérance normalisés et des écarts limites des alésages et des arbres*

ISO 527-2, *Plastiques – Détermination des propriétés en traction – Partie 2: Conditions d'essai des plastiques pour moulage et extrusion*

ISO 965-1, *Filetages métriques ISO pour usages généraux – Tolérances – Partie 1: Principes et données fondamentales*

ISO 965-3, *Filetages métriques ISO pour usages généraux – Tolérances – Partie 3: Ecart pour filetage de construction*

ISO 1817, *Caoutchouc, vulcanisé – Détermination de l'action des liquides*

ISO 3601-1, *Transmissions hydrauliques et pneumatiques – Joints toriques – Partie 1: Diamètres intérieurs, sections, tolérances et codes d'identification dimensionnelle*

ISO 3601-2, *Transmissions hydrauliques et pneumatiques – Joints toriques – Partie 2: Dimensions des logements pour applications générales*

ISO 4014, *Vis à tête hexagonale partiellement filetées – Grades A et B*

ISO 4017, *Vis à tête hexagonale entièrement filetées – Grades A et B*

ISO 4026, *Vis sans tête à six pans creux, à bout plat*

ISO 4027, *Vis sans tête à six pans creux, à bout tronconique*

ISO 4028, *Vis sans tête à six pans creux, à téton*

ISO 4029, *Vis sans tête à six pans creux, à bout cuvette*

ISO 4032, *Ecrous hexagonaux, style 1 – Grades A et B*

ISO 4762, *Vis à tête cylindrique à six pans creux*

ISO 4892-2, *Plastiques – Méthodes d'exposition à des sources lumineuses de laboratoire – Partie 2: Lampes à arc au xénon*

ISO 7380, *Vis à tête cylindrique bombée plate à six pans creux*

ISO 14583, *Vis à métaux à tête cylindrique bombée large à six lobes interne*

ANSI/UL 746B, *Polymeric Materials – Long-term Property Evaluations* (disponible en anglais seulement)

ANSI/UL 746C, *Polymeric Materials – Used in Electrical Equipment Evaluations* (disponible en anglais seulement)

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions suivants s'appliquent.

NOTE Pour les définitions de tous les autres termes, particulièrement ceux de nature plus générale, il convient de faire référence à la CEI 60050(426) ou à d'autres parties appropriées du VEI (Vocabulaire Electrotechnique International).

3.1

température ambiante

température de l'air ou de tout autre milieu, dans la proximité immédiate du matériel ou du composant

NOTE Cela ne se réfère pas à la température de tout milieu d'un procédé, à moins que l'appareil ou composant ne soit totalement immergé dans le milieu du procédé. Voir 5.1.1.

3.2

emplacement, dangereux

emplacement dans lequel une atmosphère explosive est présente, ou peut supposer être présente, à un niveau tel que des mesures préventives spéciales doivent être prises pour la construction, l'installation et l'utilisation d'appareils électriques

3.3

emplacement, non dangereux

emplacement dans lequel une atmosphère explosive n'est pas supposée être présente à un niveau tel que des mesures préventives spéciales sont prises pour la construction, l'installation et l'utilisation d'appareils électriques

3.4

matériel associé

matériel électrique qui contient à la fois des circuits à puissance limitée et à puissance non limitée et qui est construit de telle sorte que les circuits à puissance non limitée ne peuvent pas affecter défavorablement les circuits à puissance limitée

NOTE Le matériel associé peut être:

- a) soit un matériel électrique qui possède un mode alternatif de protection inclus dans la présente norme, pour une utilisation dans l'atmosphère explosive appropriée;
- b) soit un matériel électrique non protégé de la sorte et qui en conséquence n'est pas utilisé dans une atmosphère explosive, par exemple un enregistreur qui n'est pas situé dans une atmosphère explosive, mais qui est connecté à un thermocouple situé dans une atmosphère explosive où seule l'entrée de l'enregistreur est à puissance limitée.

3.5

éléments et batteries

3.5.1

batterie (d'accumulateurs)

ensemble de deux éléments ou plus connectés électriquement entre eux pour augmenter la tension ou la capacité

3.5.2

capacité

quantité d'électricité ou de charge électrique qu'une batterie complètement chargée peut délivrer dans des conditions spécifiées

3.5.3

élément

ensemble d'électrodes et d'électrolytes constituant l'unité électrique de base d'un accumulateur

3.5.4

charge

action de forcer le courant à travers un élément ou une batterie d'accumulateur dans le sens opposé au flux normal afin d'y restituer l'énergie

3.5.5

décharge sévère

événement qui réduit la tension de l'élément en dessous de la tension recommandée par le fabricant de l'élément ou de la batterie

3.5.6

tension maximale en circuit ouvert (d'un élément ou d'un accumulateur)

tension maximale qui peut être atteinte dans des conditions normales, c'est-à-dire soit à partir d'une pile neuve, soit à partir d'un élément d'accumulateur juste après une charge complète

NOTE Voir Tableaux 11 et 12 présentant la tension maximale en circuit ouvert pour les éléments acceptables.

3.5.7

tension nominale

tension (d'un élément ou d'un accumulateur) spécifiée par le fabricant

3.5.8

élément ou batterie ouvert(e)

accumulateur ou batterie, ayant un couvercle muni d'une ouverture par laquelle peuvent s'échapper les produits gazeux

3.5.9

pile ou batterie

système électrochimique capable de produire de l'énergie électrique par réaction chimique

3.5.10

charge inversée

action de forcer le courant à travers une pile ou un accumulateur dans le même sens que le flux normal, par exemple dans une batterie épuisée

3.5.11

élément ou batterie scellé(e) et hermétique au gaz

élément ou batterie qui reste fermé(e) et ne libère ni gaz ni liquide en fonctionnement dans les limites de charge ou de température spécifiées par le fabricant

NOTE 1 Ces éléments et batteries peuvent être équipés d'un dispositif de sécurité pour empêcher une pression interne dangereusement élevée. L'élément ou la batterie ne nécessite aucun complément d'électrolyte et il ou elle est conçu(e) pour fonctionner pendant toute sa durée de vie dans son état hermétique initial.

NOTE 2 La définition ci-dessus est extraite de la CEI 60079-11. Elle diffère des définitions du VEI 486-01-20 et du VEI 486-01-21 du fait qu'elle s'applique soit à un élément soit à une batterie.

3.5.12

élément ou batterie régulé(e) par clapet hermétique

élément ou batterie fermé(e) dans des conditions normales mais qui dispose d'un dispositif qui permet l'échappement du gaz si la pression interne dépasse une valeur prédéterminée. Normalement, l'élément ne peut pas recevoir de complément d'électrolyte

3.5.13

accumulateur ou batterie

système électrochimique rechargeable électriquement capable d'accumuler l'énergie électrique et de la restituer par réaction chimique

3.5.14

coffre (de batterie)

enveloppe qui contient une batterie

NOTE Le couvercle constitue une partie du coffre de batterie.

3.6

traversée

dispositif isolant pour le passage d'un ou de plusieurs conducteurs à travers une cloison intérieure ou extérieure d'une enveloppe

3.7

entrée de câble

dispositif permettant d'introduire un ou plusieurs câbles électriques et/ou fibres optiques dans un appareil électrique afin de maintenir le mode de protection approprié

3.7.1

dispositif d'amarrage

élément d'une entrée de câble empêchant qu'une traction ou une torsion exercée sur le câble se transmette aux connexions

3.7.2

presse-étoupe

élément d'une entrée de câble agissant sur la bague d'étanchéité pour permettre à cette dernière de réaliser sa fonction

3.7.3

bague d'étanchéité

bague utilisée dans les entrées de câbles pour assurer l'étanchéité entre l'entrée de câble et le câble

3.7.4

entrée de câble pour matériel Ex

entrée de câble soumise à essai séparément de l'enveloppe du matériel mais certifiée en tant que matériel et pouvant équiper l'enveloppe du matériel lors de l'installation

3.7.5

dispositif de passage de câbles

dispositif d'entrée, prévu pour un ou plusieurs câbles, muni d'un joint constitué d'un ou plusieurs module(s) élastomère(s) ou parties de modules (joint interne modulaire), comprimés les uns contre les autres lorsque le dispositif est assemblé et monté comme prévu.

NOTE Les dispositifs de passage de câbles peuvent également être utilisés comme éléments de suppression Ex lorsque les modules élastomères installés peuvent être utilisés à cet effet.

3.8

certificat

document confirmant qu'un produit, un processus, un système, une personne ou une organisation est conforme aux exigences spécifiées

NOTE Le certificat peut être soit la déclaration de conformité du constructeur, soit la reconnaissance de conformité de l'utilisateur, soit la certification (comme résultat d'une action par une tierce partie), comme défini dans l'ISO/CEI 17000.

3.8.1

certificat pour les composants Ex

certificat préparé pour un composant Ex. Voir 3.28.

3.8.2

certificat pour l'appareil

certificat préparé pour un matériel qui n'est pas un composant Ex. Un tel matériel peut comprendre des composants Ex, mais une évaluation supplémentaire est toujours exigée pour leur incorporation dans le matériel. Voir 3.7.4, 3.25, 3.27, 3.28, et 3.29.

3.9

compound (pour encapsulage)

tout matériau thermodurcissable, thermoplastique, en résine époxyde ou élastomère comportant ou non des agents de remplissage et/ou des additifs, dans leur état solide, utilisée à des fins d'encapsulage

3.10

entrée de conduit

moyen permettant d'introduire un conduit dans un matériel électrique afin de maintenir le mode de protection approprié

3.11

éléments de raccordement

bornes, vis ou autres éléments servant au raccordement électrique des conducteurs des circuits extérieurs

3.12

connexions, usine

terminaisons destinées à être connectées au cours d'un procédé de fabrication dans des conditions maîtrisées

3.13

connexions, câblage in situ

terminaisons destinées à être connectées in situ par l'installateur

3.14

température de fonctionnement continu

COT

plage de températures qui assure la stabilité et l'intégrité du matériau pour la durée de vie totale ou partielle attendue de l'appareil, dans son utilisation prévue

3.15

convertisseur (pour une utilisation avec des machines électriques tournantes)

élément de conversion d'électronique de puissance, modifiant une ou plusieurs caractéristiques électriques et comprenant un ou plusieurs dispositifs de commutation électronique et composants associés, tels que transformateurs, filtres, dispositifs d'aide à la conversion, commandes, protections et auxiliaires, lorsqu'ils existent

NOTE Un convertisseur peut également être désigné comme un convertisseur de fréquence, mécanisme d'entraînement convertisseur, mécanisme d'entraînement onduleur, variateur de vitesse ou variateur de fréquence.

3.16

convertisseur, à démarrage progressif

convertisseur qui limite le courant à l'entrée de la machine électrique au cours du processus de démarrage

NOTE Il est prévu d'utiliser le convertisseur à démarrage progressif uniquement au cours du processus de démarrage, puis de l'isoler du système d'alimentation lorsque la machine électrique est en fonctionnement.

3.17

degré de protection de l'enveloppe

IP

classification numérique précédée par le symbole IP conformément à la CEI 60529, indiquant les mesures appliquées à l'enveloppe de l'appareil électrique pour assurer

- la protection des personnes contre les contacts ou l'approche des parties actives et contre les contacts avec des pièces en mouvement (autres que les arbres lisses en rotation et analogues) intérieures à l'enveloppe,
- la protection de l'appareil électrique contre la pénétration d'objets solides étrangers et
- si cela figure dans la classification, la protection de l'appareil électrique contre les effets néfastes dus à la pénétration de l'eau

NOTE 1 Les détails des exigences des essais pour les machines électriques tournantes sont donnés dans la CEI 60034-5.

NOTE 2 L'enveloppe qui assure le degré de protection IP n'est pas nécessairement identique à l'enveloppe de l'appareil qui assure les modes de protection cités dans l'Avant-propos.

3.18

poussières

terme général incluant à la fois les poussières combustibles et les particules combustibles en suspension dans l'air

3.18.1

poussières combustibles

particules solides très fines, de taille nominale de l'ordre de 500 µm ou moins, pouvant être en suspension dans l'air, pouvant se déposer du fait de leur propre poids et qui peuvent brûler ou se consumer dans l'air et qui sont susceptibles de former des mélanges explosifs avec l'air dans des conditions de pression atmosphérique et de température normales

NOTE 1 Ceci comprend la poussière et les grains comme définis dans l'ISO 4225.

NOTE 2 Le terme de particules solides désigne les particules en phase solide et non les phases liquides ou gazeuses, mais n'exclut pas une particule creuse.

3.18.1.1

poussières conductrices

poussières combustibles de résistivité électrique égale ou inférieure à $10^3 \Omega\cdot\text{m}$

NOTE La CEI 61241-2-2 donne la méthode d'essai pour déterminer la résistivité électrique des poussières.

3.18.1.2

poussières non conductrices

poussières combustibles de résistivité électrique supérieure à $10^3 \Omega\cdot\text{m}$

NOTE La CEI 61241-2-2 donne la méthode d'essai pour déterminer la résistivité électrique des poussières.

3.18.2

particules combustibles en suspension dans l'air

particules solides, y compris les fibres, de taille nominale supérieure à $500 \mu\text{m}$, qui peuvent rester en suspension dans l'air et qui peuvent se déposer sous l'effet de leur propre poids

NOTE Exemples de particules combustibles en suspension dans l'air: la soie artificielle, le coton (y compris peluches et résidus d'essuyage), le sisal, le jute, le chanvre, la fibre de coco, l'étope et les résidus de rembourrage.

3.19

enveloppe étanche aux poussières

enveloppe capable d'éviter la pénétration de toutes particules de poussière visibles

3.20

enveloppe protégée contre les poussières

enveloppe n'évitant pas entièrement la pénétration de poussière, mais dans laquelle la poussière ne peut entrer en quantité suffisante pour affecter le fonctionnement sûr de l'appareil et s'accumuler en un point à l'intérieur de l'enveloppe où elle serait susceptible d'engendrer un risque d'inflammation

3.21

élastomère

matériau macromoléculaire qui retourne rapidement et approximativement à sa forme et à ses dimensions initiales après cessation d'une contrainte faible ayant produit une déformation importante (VEI 212-04-05)

NOTE La définition s'applique pour des conditions d'essai à la température du laboratoire.

3.22

appareil électrique

objets servant en tout ou en partie à la mise en jeu de l'énergie électrique

NOTE En font partie, entre autres, les objets destinés à la production, à la transmission, à la distribution, au stockage, à la mesure, à la régulation, à la transformation et à la consommation de l'énergie électrique, y compris les objets destinés aux télécommunications.

3.23

encapsulage

procédé qui consiste à appliquer un composé destiné à envelopper un ou des dispositifs électriques par des moyens appropriés

3.24

enveloppe

ensemble des parois, portes, couvercles, entrées de câbles, tiges, axes, arbres, etc. qui assurent le mode de protection et/ou le degré de protection IP de l'appareil électrique

3.25

matériel (pour des atmosphères explosives)

terme général couvrant les appareils, les éléments de raccordement ou non, les dispositifs, les composants et autres, utilisés comme partie de, ou avec une installation électrique situés dans une atmosphère explosive

3.26

niveau de protection du matériel

EPL

niveau de protection assigné à un matériel, basé sur sa probabilité de devenir une source d'inflammation et distinguant les différences entre les atmosphères explosives gazeuses, les atmosphères explosives de poussières et les atmosphères explosives dans les mines grisouteuses

NOTE Le niveau de protection du matériel peut éventuellement être utilisé comme partie d'une évaluation de risque complète d'une installation, voir la CEI 60079-14.

3.26.1

EPL Ma

matériel pour installation dans une mine grisouteuse, ayant un «très haut» niveau de protection, qui possède une sécurité suffisante telle qu'il ne deviendra probablement pas une source d'inflammation dans des conditions normales de fonctionnement, des conditions de dysfonctionnement spécifiées ou des conditions de dysfonctionnement rares, même s'il est laissé sous tension en présence d'une émanation de gaz

3.26.2

EPL Mb

matériel pour installation dans une mine grisouteuse, ayant un «haut» niveau de protection, qui possède une sécurité suffisante telle qu'il ne deviendra probablement pas une source d'inflammation dans des conditions normales de fonctionnement ou des conditions de dysfonctionnement spécifiées, dans le laps de temps entre une émanation de gaz et l'instant où il est hors tension

3.26.3

EPL Ga

matériel pour atmosphères explosives gazeuses, ayant un «très haut» niveau de protection, qui n'est pas une source d'inflammation dans des conditions normales de fonctionnement, des conditions de dysfonctionnement spécifiées ou des conditions de dysfonctionnement rares

3.26.4

EPL Gb

matériel pour atmosphères explosives gazeuses, ayant un «haut» niveau de protection, qui n'est pas une source d'inflammation dans des conditions normales de fonctionnement ou des conditions de dysfonctionnement attendues

3.26.5

EPL Gc

matériel pour atmosphères explosives gazeuses, ayant un niveau de protection «renforcé», qui n'est pas une source d'inflammation dans des conditions normales de fonctionnement, et qui peut posséder certaines protections complémentaires pour s'assurer qu'il restera inactif comme source d'inflammation dans des cas fréquents et réguliers (par exemple défaillance d'une lampe)

3.26.6

EPL Da

matériel pour les atmosphères explosives de poussières, ayant un «très haut» niveau de protection et qui n'est pas une source d'inflammation dans des conditions normales de fonctionnement, des conditions de dysfonctionnement spécifiées ou des conditions de dysfonctionnement rares

3.26.7**EPL Db**

matériel pour les atmosphères explosives de poussières, ayant un «haut» niveau de protection et qui n'est pas une source d'inflammation dans des conditions normales de fonctionnement ou des conditions de dysfonctionnement attendues

3.26.8**EPL Dc**

matériel pour les atmosphères explosives de poussières, ayant un niveau de protection «renforcé» qui n'est pas une source d'inflammation dans des conditions normales de fonctionnement, et qui peut posséder certaines protections complémentaires pour s'assurer qu'il restera inactif comme source d'inflammation dans des cas fréquents et réguliers (par exemple défaillance d'une lampe)

3.27**élément d'obturation Ex**

élément d'obturation fileté soumis à l'essai séparément de l'enveloppe du matériel mais possédant un certificat de matériel et qui est destiné à être monté sur l'enveloppe du matériel sans autre disposition

NOTE 1 Ceci ne dispense pas d'un certificat de composant Ex pour les éléments d'obturation.

NOTE 2 Les éléments d'obturation non filetés ne sont pas des matériels.

3.28**composant Ex**

partie d'un appareil électrique ou module, marquée du symbole «U», ne devant pas être utilisée seule et nécessitant une attention complémentaire lorsqu'elle est incorporée à un appareil électrique ou à des systèmes destinés à être utilisés dans des atmosphères explosives

3.29**adaptateur fileté Ex**

adaptateur fileté soumis à l'essai séparément de l'enveloppe du matériel mais possédant un certificat d'appareil et qui est destiné à être monté sur l'enveloppe du matériel sans autre disposition

NOTE Ceci ne dispense pas d'un certificat de composant Ex pour les adaptateurs filetés.

3.30**atmosphère explosive**

mélange d'air, dans des conditions atmosphériques, avec des substances inflammables sous forme de gaz, de vapeur, de poussières, de fibres ou de particules en suspension dans l'air dans lequel, après inflammation, la combustion se propage à l'ensemble du mélange non brûlé

3.31**atmosphère explosive de poussières**

mélange d'air, dans des conditions atmosphériques, avec des substances inflammables sous forme de poussières, de fibres ou de particules en suspension dans l'air dans lequel, après inflammation, la combustion se propage à l'ensemble du mélange non brûlé

3.32**atmosphère explosive gazeuse**

mélange avec l'air, dans des conditions atmosphériques, de substances inflammables sous forme de gaz ou de vapeurs, dans lequel, après inflammation, la combustion se propage à l'ensemble du mélange non brûlé

3.33

mélange explosif d'essai

mélange explosif spécifié utilisé pour les essais d'un appareil électrique pour atmosphères explosives gazeuses

3.34

grisou

mélange inflammable de gaz présents naturellement dans une mine

NOTE Le grisou se compose principalement de méthane, mais contient toujours de petites quantités d'autres gaz, tels que l'azote, le dioxyde de carbone et l'hydrogène, et parfois l'éthane et le monoxyde de carbone. Les termes « grisou » et « méthane » sont utilisés fréquemment comme synonymes dans l'exploitation minière.

3.35

espace libre

espace créé intentionnellement autour des composants ou espace à l'intérieur des composants

3.36

isolation galvanique

disposition d'un appareil qui permet le transfert de signaux ou d'énergie entre deux circuits sans aucune connexion électrique directe entre eux

NOTE L'isolation galvanique utilise fréquemment des éléments magnétiques (transformateur ou relais) ou des éléments opto-couplés.

3.37

température d'inflammation d'une atmosphère explosive gazeuse

température la plus basse d'une surface chaude qui, dans des conditions spécifiées conformément à la CEI 60079-20-1, enflammera une substance inflammable sous la forme d'un mélange de gaz ou de vapeur avec l'air

3.38

température d'inflammation d'une couche de poussière

température la plus basse d'une surface chaude à laquelle l'inflammation se produit dans une couche de poussière d'épaisseur spécifiée présente sur cette surface chaude

NOTE La température d'inflammation d'une couche de poussière peut être déterminée par la méthode d'essai donnée dans la CEI 61241-2-1.

3.39

température d'inflammation d'un nuage de poussière

température la plus basse d'une paroi intérieure chaude d'un four à laquelle l'inflammation d'un nuage de poussière se produit, dans l'air contenu à l'intérieur de ce four

NOTE La température d'inflammation d'un nuage de poussière peut être déterminée par la méthode d'essai donnée dans la CEI 61241-2-1.

3.40

température limite

température maximale admissible d'un appareil ou de parties constitutives d'un appareil égale à la plus basse des deux températures déterminées par:

- a) le risque d'inflammation de l'atmosphère explosive;
- b) la stabilité thermique des matériaux utilisés

3.41 dysfonctionnement

Appareil ou composants qui ne réalisent pas sa ou leur fonction prévue par rapport à la protection contre l'explosion

NOTE Dans le cadre de la présente norme, cela peut se produire pour différentes raisons, parmi lesquelles:

- défaillance d'un (ou de plusieurs) composants d'un appareil ou des composants;
- perturbations externes (par exemple, chocs, vibrations, champs électromagnétiques);
- erreur ou déficience de conception (par exemple, erreurs logicielles);
- perturbation de l'alimentation électrique ou d'autres services;
- perte du contrôle par l'opérateur (particulièrement pour l'appareil portable).

3.41.1 dysfonctionnement spécifiée

perturbations ou dysfonctionnements d'un appareil qui apparaissent normalement dans la pratique

3.41.2 dysfonctionnement rare

type de dysfonctionnement, pouvant se produire, mais uniquement dans de rares cas. Deux dysfonctionnements spécifiés et indépendants qui séparément, ne créeraient pas de source d'inflammation mais qui, ensemble, créent une source d'inflammation sont considérées comme un dysfonctionnement unique et rare

3.42 température maximale de surface

température la plus élevée, atteinte en service dans les conditions les plus défavorables (mais à l'intérieur des tolérances reconnues) par toute partie ou toute surface d'un matériel électrique

NOTE 1 Pour l'appareil électrique situé dans une atmosphère explosive gazeuse, cette température peut être atteinte dans un composant interne ou sur la surface externe de l'enveloppe, en fonction du mode de protection mis en œuvre.

NOTE 2 Pour l'appareil électrique situé dans une atmosphère explosive de poussières, cette température est atteinte sur la surface externe de l'enveloppe et peut dépendre d'une condition de couche de poussière définie.

3.43 fonctionnement normal

fonctionnement électrique et mécanique de l'appareil en conformité avec sa spécification et dans les limites spécifiées par le constructeur

NOTE 1 Les limites spécifiées par le constructeur peuvent inclure des conditions de fonctionnement continu, par exemple le fonctionnement d'un moteur dans un cycle de charge.

NOTE 2 La variation de la tension d'alimentation dans des limites établies et toute autre tolérance fonctionnelle, fait partie des conditions normales de fonctionnement.

3.44 niveau de protection

subdivision d'un type de protection en relation avec le niveau de protection de l'appareil, qui différencie la probabilité pour l'appareil de devenir une source d'allumage

NOTE Par exemple, le type de protection intrinsèque « i » est divisé en niveaux de protection « ia », « ib », et « ic », qui correspondent aux niveaux de protection du matériel Ga, Gb, et Gc (pour les atmosphères explosives gazeuses).

3.45

plastique, matière plastique

matériau qui contient, comme ingrédient essentiel, un liant polymère et qui, à une certaine étape de sa transformation en produit fini, peut être mise en forme par fluage

[VEI 212-04-02

NOTE Les élastomères, qui sont aussi mis en forme par fluage, ne sont pas considérés comme des plastiques.

3.46

radiofréquence

ondes électromagnétiques comprises entre 9 kHz et 60 GHz

3.46.1

transmission continue

transmission dont la durée de l'impulsion est supérieure à la moitié du temps d'initiation thermique

3.46.2

transmission à impulsions

transmission dont la durée de l'impulsion est plus courte que la moitié du temps d'initiation thermique, mais dont l'intervalle de temps entre deux impulsions consécutives est cependant supérieur à trois fois le temps d'initiation thermique

3.46.3

temps d'initiation thermique

temps (intervalle de temps pendant lequel la puissance de seuil est intégrée) pendant lequel l'énergie déposée par l'étincelle s'accumule localement dans un petit volume de gaz sans dissipation thermique significative

NOTE Pour des temps inférieurs au temps d'initiation thermique, l'énergie totale déposée par l'étincelle déterminera si l'inflammation se produit ou non. Pour des temps plus longs, la puissance ou la vitesse à laquelle l'énergie est déposée devient le facteur déterminant pour l'inflammation.

3.46.4

énergie de seuil

Z_{th}

pour une décharge radiofréquence pulsée, l'énergie maximale de l'impulsion unique qui peut être extraite du corps receveur

3.46.5

puissance de seuil

P_{th}

produit de la puissance effective de sortie de l'émetteur multipliée par le gain de l'antenne

NOTE Le gain est produit par une antenne qui concentre le rayonnement dans une direction particulière et est toujours associé à une antenne de référence spécifiée.

3.47

valeur assignée

valeur d'une grandeur, fixée généralement par le constructeur, pour un fonctionnement spécifié d'un composant, d'un dispositif ou d'un matériel

3.48

caractéristiques assignées

ensemble des valeurs assignées et des conditions de fonctionnement

3.49

ensemble de batteries remplaçable

ensemble consistant en un ou plusieurs éléments interconnectés avec tous composants de protection intégrés, qui constituent un ensemble complet remplaçable d'accumulateurs

3.50

température de service

température maximale ou minimale atteinte en des points spécifiques de l'appareil lorsque ce dernier fonctionne dans les conditions assignées, incluant la température ambiante et toutes sources externes de chaleur ou de refroidissement Voir 5.2

NOTE Un appareil peut atteindre des températures de service différentes dans des parties différentes.

3.51

espacements, électriques

distances de séparation entre des éléments conducteurs à des potentiels électriques différents

3.51.1

distance d'isolement

plus courte distance dans l'air entre deux parties conductrices

3.51.2

ligne de fuite

plus courte distance le long de la surface d'un matériau d'isolation solide et entre deux parties conductrices

3.51.3

distance le long d'un compound moulé

plus courte distance le long d'un compound moulé entre deux parties conductrices

3.51.4

distance le long d'une isolation solide

plus courte distance le long d'une isolation solide entre deux parties conductrices

3.51.5

distance sous le revêtement

plus courte distance entre des deux parties conductrices le long de la surface d'un milieu isolant recouvert d'un revêtement isolant

3.52

symbole «U»

symbole utilisé pour désigner un composant Ex

NOTE Le symbole « U » est utilisé pour identifier le fait que l'appareil est incomplet et qu'il n'est pas adapté pour une installation sans une évaluation complémentaire.

3.53

symbole «X»

symbole utilisé pour désigner des conditions particulières d'utilisation

NOTE Le symbole « X » est utilisé pour permettre d'identifier le fait que des informations essentielles pour l'installation, l'utilisation et la maintenance du matériel, sont données dans le certificat.

3.54

logement de raccordement

logement séparé, ou partie d'une enveloppe principale, en communication ou non avec l'enveloppe principale, et contenant les éléments de raccordement

3.55

essai individuel

essai auquel est soumis chaque dispositif en cours ou en fin de fabrication pour vérifier qu'il satisfait à des critères définis

3.56

essai de type

essai effectué sur un ou plusieurs dispositifs d'une conception donnée pour vérifier que cette conception répond à certaines spécifications

3.57

mode de protection

mesures spécifiques appliquées à l'appareil électrique pour éviter l'inflammation d'une atmosphère explosive environnante

3.58

vide

espace non intentionnel produit suite au processus d'encapsulation

3.59

tension de service

valeur efficace la plus élevée d'une tension alternative ou d'une tension continue appliquée à toute isolation particulière et qui peut apparaître lorsque l'appareil est alimenté à la tension assignée

NOTE 1 Les transitoires ne sont pas pris en compte.

NOTE 2 Les deux conditions, circuit ouvert et fonctionnement normal, sont prises en compte.

4 Groupes d'appareils

L'appareil électrique pour atmosphères explosives est réparti dans les groupes suivants:

4.1 Groupe I

L'appareil électrique du Groupe I est destiné à une utilisation dans les mines grisouteuses.

NOTE Les modes de protection pour le Groupe I prennent en compte l'inflammation du grisou et des poussières de charbon par la protection physique renforcée pour l'appareil en utilisation souterraine.

L'appareil électrique destiné aux mines dans lesquelles l'atmosphère peut, en plus du grisou, contenir des proportions appréciables d'autres gaz inflammables (c'est-à-dire autres que le méthane) doit être construit et soumis à essai conformément aux exigences du Groupe I et également à celles de la subdivision du Groupe II qui correspond aux autres gaz inflammables significatifs. Cet appareil électrique doit donc être marqué de façon appropriée (par exemple, «Ex d I/IIB T3» ou «Ex d I/II (NH₃)»).

4.2 Groupe II

L'appareil électrique du Groupe II est destiné à une utilisation dans les emplacements où il existe une atmosphère explosive gazeuse, autres que les mines grisouteuses.

L'appareil électrique du Groupe II fait l'objet de subdivisions en fonction des caractéristiques de l'atmosphère explosive gazeuse à laquelle il est destiné.

Subdivisions du Groupe II

- IIA, un gaz caractéristique est le propane
- IIB, un gaz caractéristique est l'éthylène
- IIC, un gaz caractéristique est l'hydrogène

NOTE 1 Cette subdivision est basée sur l'interstice expérimental maximal de sécurité (IEMS) ou sur le rapport de courant minimal d'inflammation (rapport CMI) de l'atmosphère explosive gazeuse dans laquelle l'appareil peut être installé. (Voir la CEI 60079-20-1).

NOTE 2 Les appareils marqués IIB sont adaptés aux applications exigeant des matériels du Groupe IIA. De même, les appareils marqués IIC sont adaptés aux applications exigeant des matériels des Groupes IIA ou IIB.

4.3 Groupe III

L'appareil électrique du Groupe III est destiné à une utilisation dans les emplacements où il existe une atmosphère explosive de poussières, autres que les mines grisouteuses.

L'appareil électrique du Groupe III fait l'objet de subdivisions en fonction des caractéristiques de l'atmosphère explosive de poussières à laquelle il est destiné.

Subdivisions du Groupe III:

- IIIA: particules combustibles en suspension dans l'air
- IIIB: poussières non conductrices
- IIIC: poussières conductrices

NOTE L'appareil marqué IIIB est adapté aux applications exigeant du matériel du Groupe IIIA. De même, un matériel marqué IIIC est adapté aux applications exigeant du matériel du Groupe IIIA ou du Groupe IIIB.

4.4 Appareil pour une atmosphère explosive particulière

L'appareil électrique peut être soumis à des essais pour une atmosphère explosive particulière. Dans ce cas, les informations doivent être enregistrées sur le certificat et l'appareil électrique doit être marqué en conséquence.

5 Températures

5.1 Influences environnementales

5.1.1 Température ambiante

L'appareil électrique conçu pour une utilisation dans une plage normale de températures ambiantes comprise entre -20 °C et $+40\text{ °C}$ ne nécessite aucun marquage de la plage de températures ambiantes. Cependant, l'appareil électrique conçu pour une utilisation dans une plage de températures autre que cette plage normale de températures ambiantes est considéré comme étant spécial. Le marquage doit donc comprendre soit le symbole T_a ou T_{amb} suivi des températures ambiantes supérieure et inférieure, soit, si cela n'est pas réalisable, le symbole «X» doit être utilisé pour indiquer les conditions particulières d'utilisation qui incluent les températures ambiantes supérieure et inférieure. Voir le point e) de 29.3 et le Tableau 1.

NOTE La plage de températures ambiantes peut être une plage réduite, par exemple, $-5\text{ °C} \leq T_{amb} \leq 15\text{ °C}$.

Tableau 1 – Températures ambiantes d'utilisation et marquage additionnel

Appareil électrique	Température ambiante d'utilisation	Marquage additionnel
Normal	Maximale: $+40\text{ °C}$ Minimale: -20 °C	Aucun
Spécial	Indiquée par le constructeur	T_a ou T_{amb} avec la plage spéciale, par exemple, $-30\text{ °C} \leq T_a \leq +40\text{ °C}$ ou le symbole "X"

5.1.2 Source externe de chaleur ou de refroidissement

Lorsque l'appareil électrique est destiné à être physiquement relié à une source de chaleur ou de refroidissement externe séparée, telle qu'une cuve ou une canalisation chauffée ou refroidie, les caractéristiques assignées de cette source externe doivent être spécifiées dans le certificat et dans les instructions du constructeur.

NOTE 1 La source externe de chaleur ou de refroidissement est désignée fréquemment comme la « température de procédé » .

NOTE 2 Ces caractéristiques assignées seront exprimées différemment en fonction de la nature de la source. Pour les sources généralement plus grandes que l'appareil, la température maximale ou minimale sera généralement suffisante. Pour les sources généralement plus petites que l'appareil, ou pour la conduction de la chaleur à travers une isolation thermique, la vitesse du flux de chaleur peut être appropriée.

NOTE 3 Il peut être nécessaire de prendre en compte l'influence de la chaleur rayonnée sur l'installation finale. Voir la CEI 60079-14.

5.2 Température de service

Lorsque la présente norme, ou la norme concernant le mode spécifique de protection, exige que la température de service soit déterminée pour tout emplacement dans l'appareil, la température doit être déterminée pour les caractéristiques assignées de l'appareil électrique, lorsque l'appareil est soumis à la température ambiante maximale ou minimale et, le cas échéant, à la source externe de chaleur ou de refroidissement assignée maximale. La mesure de la température de service, lorsqu'elle est exigée, doit être réalisée conformément à 26.5.1.

NOTE Les caractéristiques assignées de l'appareil électrique comprennent la température ambiante, l'alimentation électrique et la charge, le cycle de charge ou le type de charge, tels qu'assignés par le constructeur, en général tel qu'indiqués sur le marquage.

5.3 Température maximale de surface

5.3.1 Détermination de la température maximale de surface

La température maximale de surface doit être déterminée conformément à 26.5.1 pour la température ambiante maximale et, le cas échéant, avec la source de chaleur externe assignée maximale.

5.3.2 Limitation de la température maximale de surface

5.3.2.1 Matériel électrique du Groupe I

Pour l'appareil électrique du Groupe I, la température maximale de surface doit être spécifiée dans la documentation correspondante, conformément à l'Article 24.

Cette température maximale de surface ne doit pas être supérieure à

- 150 °C pour toute surface où une couche de poussière de charbon peut se former,
- 450 °C lorsque la formation d'une couche de poussière de charbon est peu probable (c'est-à-dire, à l'intérieur d'une enveloppe protégée contre les poussières).

NOTE Lors du choix d'un appareil électrique du Groupe I, il convient que l'utilisateur tienne compte de l'influence et de la température de combustion des poussières de charbon si elles sont susceptibles de se déposer en couche sur des surfaces de température supérieure à 150 °C.

5.3.2.2 Matériel électrique du Groupe II

La température maximale de surface déterminée (voir 26.5.1) ne doit pas être supérieure à :

- la classe de température assignée (voir Tableau 2), ou
- la température maximale de surface assignée ou
- le cas échéant, la température d'inflammation du gaz particulier pour lequel il est prévu.

Tableau 2 – Classement des températures maximales de surface pour l'appareil électrique du Groupe II

Classe de températures	Température maximale de surface
	°C
T1	450
T2	300
T3	200
T4	135
T5	100
T6	85

NOTE Plusieurs classes de températures peuvent être établies pour différentes températures ambiantes et différentes sources externes de chaleur et de refroidissement.

5.3.2.3 Matériel électrique du Groupe III

5.3.2.3.1 Température maximale de surface déterminée sans couche de poussière

La température maximale de surface déterminée (voir 26.5.1) ne doit pas être supérieure à la température maximale de surface assignée.

5.3.2.3.2 Température maximale de surface en considérant des couches de poussière

En plus de la température maximale de surface exigée en 5.3.2.3.1, la température maximale de surface peut également être déterminée pour une épaisseur donnée de couche, T_L , de poussière entourant toutes les faces du matériel, sauf spécification contraire exprimée dans la documentation, le symbole « X » étant apposé sur l'appareil pour indiquer cette condition particulière d'utilisation, conformément au point d) de 29.5.

NOTE 1 Une épaisseur maximale de couche, T_L , peut être spécifiée par le constructeur.

NOTE 2 Des informations complémentaires sur l'application du matériel sur lequel des couches de poussière d'une épaisseur maximale de 50 mm peuvent s'accumuler sont données dans la CEI 60079-14.

5.3.3 Température des petits composants des matériels électriques du Groupe I ou du Groupe II

NOTE Des preuves tant théoriques que pratiques montrent que plus la surface chauffée est petite, plus la température de surface nécessaire à l'inflammation d'une atmosphère explosive donnée est élevée.

Les petits composants, par exemple, les transistors ou les résistances dont la température dépasse la valeur permise par le classement en température, sont acceptables à condition qu'ils répondent à l'une des exigences suivantes:

- lorsqu'ils sont soumis à l'essai conformément à 26.5.3, les petits composants ne doivent pas provoquer l'inflammation du mélange inflammable, et aucune déformation ou détérioration due à une température plus élevée ne doit endommager le mode de protection, ou
- pour la classe T4 et le Groupe I, les petits composants doivent être conformes aux Tableaux 3a et 3b, ou
- pour la classe T5, la température de surface d'un composant dont la surface est inférieure à 1 000 mm² (en excluant les conducteurs de sortie) ne doit pas dépasser 150 °C.

Tableau 3a – Evaluation du classement en température, en fonction de la taille du composant et à la température ambiante de 40 °C

Surface totale (en excluant les conducteurs de sortie)	Matériel du Groupe II		Matériel du Groupe I	
	Avec classe de température T4		Exclusion des poussières	
	Température maximale de surface	Puissance dissipée maximale	Température maximale de surface	Puissance dissipée maximale
	°C	W	°C	W
< 20 mm ²	275		950	
≥ 20 mm ² ≤ 1 000 mm ²	200, ou	1,3		3,3
> 1 000 mm ²		1,3		3,3

Tableau 3b – Evaluation du classement en température, surface du composant ≥ 20 mm² – Variation de la puissance dissipée maximale avec la température ambiante

Température ambiante maximale	°C	Groupe d'appareil	40	50	60	70	80
Puissance dissipée maximale	W	Groupe II	1,3	1,25	1,2	1,1	1,0
		Groupe I	3,3	3,22	3,15	3,07	3,0

Pour les potentiomètres, la surface à considérer doit être celle de l'élément résistif et non la surface externe du composant. Les conditions d'implantation et l'effet de dissipation thermique et de refroidissement de toute la structure du potentiomètre doivent être pris en considération pendant l'essai. La température doit être mesurée sur la piste où le courant circule, dans les conditions d'essai exigées par la norme applicable au mode de protection spécifique. Si cela entraîne une valeur de résistance inférieure à 10 % de la valeur de résistance de la piste, les mesures doivent être effectuées à 10 % de la valeur de résistance de la piste.

Pour les surfaces inférieures à 1 000 mm², la température de surface peut dépasser celle de la classe marquée pour les appareils électriques du Groupe II ou la température maximale de surface correspondante pour les appareils électriques du Groupe I, s'il n'y a pas de risque d'inflammation à partir de ces surfaces, avec une marge de sécurité de

- 50 K pour T1, T2 et T3,
- 25 K pour T4, T5 et T6, ainsi que pour le Groupe I.

Cette marge de sécurité doit être assurée par l'expérience acquise sur des composants similaires ou par des essais de l'appareil électrique proprement dit, dans des mélanges explosifs représentatifs.

NOTE Pendant les essais, la marge de sécurité peut être simulée par un accroissement de la température ambiante ou par un accroissement de la puissance dissipée du composant. La seconde option est recommandée dans le cas du méthane.

6 Exigences pour tous les appareils électriques

6.1 Généralités

L'appareil électrique et les Composants Ex doivent

- a) répondre aux exigences de la présente norme et à une ou plusieurs normes spécifiques citées à l'Article 1 et

NOTE 1 Ces normes spécifiques peuvent modifier les exigences de la présente norme.

NOTE 2 Toutes les exigences pour les entrées de câble marquées comme mode de protection « e » sont données dans la CEI 60079-0.

- b) être construits conformément aux exigences de sécurité applicables des normes industrielles appropriées.

NOTE 3 La vérification de la conformité à ces normes industrielles ne constitue pas une exigence de la présente norme.

NOTE 4 Si l'appareil électrique ou le composant Ex est appelé à supporter des conditions de service particulièrement défavorables (par exemple, manipulations brutales, effets de l'humidité, variations de température de l'air ambiant, effets d'agents chimiques, corrosion), il convient que l'utilisateur les spécifie au constructeur. Si la certification est recherchée, le fait que l'organisme de certification confirme la pertinence des conditions défavorables ne constitue pas une exigence de la présente norme. Il convient de prendre des mesures de prévention particulières lorsque les effets de vibration sur les bornes, les supports de fusible, les douilles de lampes et les connexions porteuses de courant en général, peuvent altérer la sécurité, à moins qu'ils ne soient conformes aux normes spécifiques.

6.2 Résistance mécanique de l'appareil

L'appareil doit être soumis aux essais de 26.4. Des dispositifs de protection utilisés pour protéger contre les chocs ne doivent être détachables que par l'utilisation d'un outil et ils doivent être laissés en place pour les essais de choc exigés.

6.3 Temps d'ouverture

Les enveloppes qui peuvent être ouvertes en un temps plus court que

- a) le temps de décharge de tous les condensateurs incorporés, lorsqu'ils sont chargés à une tension de 200 V ou plus, jusqu'à une valeur d'énergie résiduelle de
 - 0,2 mJ pour des matériels électriques du Groupe I ou du Groupe IIA,
 - 0,06 mJ pour des matériels électriques du Groupe IIB,
 - 0,02 mJ pour des matériels électriques du Groupe IIC, y compris les appareils marqués uniquement Groupe II,
 - 0,2 mJ pour des matériels électriques du Groupe III,

ou des niveaux d'énergie deux fois plus élevés que les niveaux d'énergie ci-dessus si la tension de charge est inférieure à 200 V, ou

- b) le temps nécessaire pour que la température de surface de composants chauds à l'intérieur de l'enveloppe soit inférieure à la température maximale de surface assignée du matériel électrique

doivent comporter l'un des marquages d'avertissement suivants:

- un marquage indiquant le délai d'ouverture de l'enveloppe, comme spécifié au point a) de 29.12; ou
- un marquage indiquant le délai d'ouverture de l'enveloppe, comme spécifié au point b) de 29.12.

6.4 Courants de circulation dans les enveloppes (par exemple, de machines électriques de grandes dimensions)

Si nécessaire, des dispositions doivent être prises afin de se protéger contre tout effet dû à la présence de courants de circulation provoqués par des champs magnétiques parasites, des arcs ou des étincelles susceptibles de résulter de l'interruption de tels courants, ou des températures excessives provoquées par de tels courants.

NOTE 1 Les champs magnétiques parasites peuvent entraîner des courants significatifs circulant à la fois à l'intérieur et entre les sections boulonnées d'enveloppes à plusieurs sections souvent utilisées pour des machines électriques tournantes de grandes dimensions. Ces courants se produisent vraisemblablement le plus souvent au cours du démarrage des moteurs. Il est important d'éviter la formation d'étincelles lors d'interruptions intermittentes de ces courants.

NOTE 2 Bien que cela constitue la principale source de préoccupation avec les machines tournantes de grande dimension, la même situation peut se produire avec d'autres appareils avec lesquels des champs magnétiques parasites importants interagissent avec les sections boulonnées d'enveloppes à plusieurs sections.

NOTE 3 Parmi les exemples de mesures de prévention à prendre, on peut citer:

- la mise en place de liaisons équipotentielle ou
- la mise en place d'une quantité adéquate de dispositifs de fixation.

Lorsque des conducteurs de liaison équipotentielle sont utilisés, ils doivent être assignés de manière appropriée pour les courants prévus, et doivent être disposés de telle sorte qu'ils assurent un transfert de courant sûr, sans risque de formation d'étincelles dans des conditions de fonctionnement défavorables, telles que la vibration ou la corrosion. Les connexions doivent être protégées contre la corrosion et le desserrement conformément à 15.4 et 15.5. Une attention toute particulière doit être portée aux conducteurs nus souples à proximité immédiate des parties connectées.

Les conducteurs de liaison ne sont pas exigés lorsque l'isolation assure que les courants de circulation ne peuvent pas circuler entre des parties. L'isolation de telles parties doit être capable de résister à une tension de 100 Veff pendant 1 min. Cependant, des dispositions doivent être prises pour une mise à la terre adéquate des parties conductrices exposées isolées.

6.5 Maintien des garnitures d'étanchéité

Lorsque le degré de protection fourni par l'enveloppe dépend d'un joint d'étanchéité prévu pour être ouvert à des fins d'installation ou d'entretien, les garnitures d'étanchéité doivent être attachées ou fixées à l'une des faces d'accouplement afin d'empêcher des pertes, des dommages ou des assemblages incorrects. Le matériau de la garniture d'étanchéité ne doit pas adhérer lui-même à l'autre face de raccordement. Lorsque le joint de raccordement est ouvert puis refermé avant d'effectuer les essais portant sur le degré de protection assuré par l'enveloppe, il doit être vérifié que le matériau de la garniture d'étanchéité n'a pas adhéré à l'autre face de raccordement. (Voir 26.4.1.2).

NOTE Un adhésif peut être utilisé pour attacher une garniture d'étanchéité à l'une des faces d'accouplement.

6.6 Appareil émettant une énergie rayonnée électromagnétique ou ultrasonique

Les niveaux d'énergie ne doivent pas dépasser les valeurs données ci-dessous.

NOTE Des informations supplémentaires pour l'application de sources rayonnant de fortes puissances, pour les Groupes I et II, sont données dans le document CLC/TR50427. Les résultats du rapport technique sont fondés sur des conditions de champ lointain.

6.6.1 Sources de radio fréquences

La puissance de seuil de radio fréquence (9 kHz à 60 GHz) pour des transmissions continues et pour des transmissions à impulsions dont les durées d'impulsion sont supérieures au temps d'initiation thermique ne doit pas être supérieure aux valeurs données dans le

Tableau 4. Les commandes par logiciel ou par programme permettant un réglage par l'utilisateur ne doivent pas être admises.

Tableau 4 – Seuils de puissance de radio fréquences

Matériel pour	Puissance de seuil	Temps d'initiation thermique
	W	μs
Groupe I	6	200
Groupe IIA	6	100
Groupe IIB	3,5	80
Groupe IIC	2	20
Groupe III	6	200

Pour les radars à impulsions et d'autres transmissions où les impulsions sont courtes par rapport au temps d'initiation thermique, les valeurs d'énergie de seuil Z_{th} ne doivent pas être supérieures à celles données dans le Tableau 5.

Tableau 5 – Seuils d'énergie de radio fréquences

Matériel pour	Energie de seuil Z_{th}
	μJ
Groupe I	1 500
Groupe IIA	950
Groupe IIB	250
Groupe IIC	50
Groupe III	1 500

NOTE 1 Dans les tableaux 4 et 5, les mêmes valeurs sont appliquées pour les matériels Ma, Mb, Ga, Gb, Gc, Da, Db, ou Dc du fait de l'implication d'importants facteurs de sécurité.

NOTE 2 Dans les tableaux 4 et 5, les valeurs pour le Groupe III adoptées proviennent du Groupe I et ne sont pas basées sur des résultats expérimentaux.

NOTE 3 Dans les tableaux 4 et 5, les valeurs s'appliquent en fonctionnement normal, à condition que l'utilisateur du matériel n'ait pas accès au réglage du matériel dans le but d'obtenir des valeurs plus élevées. Il n'est pas nécessaire de prendre en compte la possibilité d'augmentations de puissance provoquées par des défauts, du fait de l'importance des marges de sécurités impliquées et de la forte probabilité que des amplificateurs RF soient rapidement défaillants si un défaut qui augmente significativement la puissance de sortie se produit.

6.6.2 Lasers ou autres sources d'ondes continues

NOTE Les valeurs pour Ga, Gb et Gc figurent dans la CEI 60079-28.

Les paramètres de sortie des lasers ou des autres sources d'ondes continues de l'appareil électrique d'EPL Ma ou Mb ne doivent pas dépasser les valeurs suivantes:

- 20 mW/mm² ou 150 mW pour les lasers à ondes continues et les autres sources d'ondes continues et
- 0,1 mJ/mm² pour les lasers à impulsions ou pour les sources de lumière à impulsions ayant un intervalle entre impulsions d'au moins 5 s.

Les paramètres de sortie des lasers ou des autres sources d'ondes continues de l'appareil électrique d'EPL Da ou Db ne doivent pas dépasser les valeurs suivantes:

- 5 mW/mm² ou 35 mW pour les lasers à ondes continues et les autres sources d'ondes continues, et

- 0,1 mJ/mm² pour les lasers à impulsions ou pour les sources de lumière à impulsions ayant un intervalle entre impulsions d'au moins 5 s.

Les paramètres de sortie des lasers ou des autres sources d'ondes continues de l'appareil électrique d'EPL Dc ne doivent pas dépasser les valeurs suivantes:

- 10 mW/mm² ou 35 mW pour les lasers à ondes continues et les autres sources d'ondes continues et
- 0,5 mJ/mm² pour les lasers à impulsions ou pour les sources de lumière à impulsions.

Les sources de rayonnement avec des intervalles entre impulsions inférieurs à 5 s sont considérées comme des sources d'ondes continues.

6.6.3 Sources d'ultrasons

Les paramètres de sortie des sources d'ultrasons de l'appareil électrique d'EPL Ma, Mb, Ga, Gb, Gc, Da, Db ou Dc ne doivent pas dépasser les valeurs suivantes:

- 0,1 W/cm² et 10 MHz pour les sources continues,
- densité de puissance intégrée: 0,1 W/cm² et 2 mJ/cm² pour les sources à impulsions.

7 Enveloppes non métalliques et parties non métalliques d'enveloppes

7.1 Généralités

7.1.1 Applicabilité

Les exigences données dans le présent article et en 26.7 doivent s'appliquer aux enveloppes non métalliques et aux parties non métalliques d'enveloppes dont dépend le mode de protection.

NOTE 1 Certains exemples de parties non métalliques d'enveloppes dont dépend le mode de protection incluent les bagues d'étanchéité des couvercles des enveloppes « e » ou « t », les composés de remplissage d'une entrée de câbles « d » ou « e », les bagues d'étanchéité d'entrées de câbles, les joints des organes de commande des commutateurs pour une enveloppe "e", etc.

NOTE 2 Certaines sous-parties de la présente norme peuvent rendre les exigences relatives aux « parties non métalliques d'enveloppes » spécifiées dans le présent article applicables à des parties, qui ne sont pas des enveloppes, mais dont dépend le mode de protection, par exemple, traversées « d », bornes « e ».

7.1.2 Spécification des matériaux

7.1.2.1 Généralités

Les documents conformes à l'Article 24 doivent spécifier le matériau de l'enveloppe ou de la partie de l'enveloppe.

7.1.2.2 Matières plastiques

La spécification pour les matières plastiques doit inclure les informations suivantes:

- a) le nom ou la marque déposée du fabricant ou du formulateur de la résine;
- b) l'identification du matériau, y compris sa couleur, le type et le pourcentage d'agents de remplissage et des autres additifs éventuels;
- c) les traitements de surface possibles, tels que les vernis, etc.;
- d) l'indice de température IT, correspondant au point 20 000 h du graphique d'endurance thermique sans perte de la résistance de la flexion supérieure à 50 %, cet indice étant déterminé conformément à la CEI 60216-1 et à la CEI 60216-2 en prenant comme propriété de base la résistance à la flexion déterminée conformément à l'ISO 178. Si le matériau ne se rompt pas lors de cet essai avant l'exposition à la chaleur, l'indice doit être basé sur la résistance à la traction déterminée conformément à l'ISO 527-2 avec

utilisation d'éprouvettes de Type 1A ou 1B. Comme variante à l'indice de température IT, l'indice relatif thermique (IRT – choc mécanique) peut être déterminé conformément à ANSI/UL 746B.

e) le cas échéant, les données conformes à 7.3 (résistance aux ultraviolets).

La source des données d'essai pour ces caractéristiques doit être identifiée.

NOTE La vérification de la conformité à la spécification de la matière plastique ne constitue pas une exigence de la présente norme.

7.1.2.3 Elastomères

La spécification des élastomères doit inclure les informations suivantes:

- a) le nom ou la marque déposée du fabricant ou du formulateur de la résine;
- b) l'identification du matériau, y compris sa couleur, le type et le pourcentage d'agents de remplissage et des autres additifs éventuels;
- c) les traitements de surface possibles, tels que les vernis, etc.;
- d) la température de fonctionnement continu (COT);
- e) le cas échéant, les données conformes à 7.3 (résistance aux ultraviolets).

La source des données d'essai pour ces caractéristiques doit être identifiée.

NOTE La vérification de la conformité à la spécification du fabricant de l'élastomère ne constitue pas une exigence de la présente norme.

7.2 Endurance thermique

7.2.1 Essais pour l'endurance thermique

Les essais d'endurance à la chaleur et au froid doivent être réalisés conformément à 26.8 et 26.9.

7.2.2 Sélection des matériaux

Les matières plastiques doivent avoir un indice de température « IT » ou un indice IRT – choc mécanique (selon 7.1.2) supérieur d'au moins 20 K à la température maximale de service de l'enveloppe ou de la partie d'enveloppe (voir 26.5.1).

Les élastomères doivent avoir une plage de températures de fonctionnement continu (COT) qui comprend une température minimale inférieure ou égale à la température minimale de service et une température maximale supérieure d'au moins 20 K à la température maximale de service.

NOTE Un appareil peut atteindre des températures de service différentes dans des parties différentes. La sélection et les essais de chaque matériau sont basés sur la température de service spécifique de la partie concernée, mais peuvent également être basés sur la température maximale (ou minimale) de service de l'appareil complet.

7.2.3 Qualification alternative pour les joints toriques d'étanchéité en élastomère

Les joints toriques d'étanchéité en élastomère sont normalement qualifiés comme partie intégrante de l'enveloppe de l'appareil complet lorsque le mode de protection exige la protection de l'enveloppe contre la pénétration (IP). En variante, une enveloppe métallique comprenant des joints toriques d'étanchéité en élastomère, conformément à l'ISO 3601-1, utilisée dans des conditions de fixation définies conformément à l'ISO 3601-2, peut être évaluée en utilisant un montage d'essai plutôt que de soumettre à l'essai le joint torique monté sur l'enveloppe de l'appareil complet. Le montage d'essai doit reproduire les dimensions du montage des joints toriques de l'enveloppe de l'appareil complet. Les essais

doivent être effectués selon 26.17. Le joint torique est ensuite placé sur l'enveloppe de l'appareil complet, puis soumis aux essais IP requis spécifiés en 26.4.5.

NOTE La valeur de rémanence à la compression déterminée après les essais de 26.17 est nécessaire pour la comparaison ultérieure avec les joints toriques de matériaux alternatifs pour la même application.

Les essais IP ne sont pas nécessaires pour la qualification de matériaux de joints toriques supplémentaires, si, après les essais de 26.17, la rémanence à la compression du joint torique alternatif est inférieure ou égale à celle du joint torique d'origine soumis à l'essai.

7.3 Résistance à la lumière

La résistance à la lumière des enveloppes ou des parties d'enveloppes, des matériaux non métalliques doit être respectée (voir 26.10). Les matériaux conformes aux exigences d'exposition à la lumière ultraviolette, (f1) dans l'ANSI/UL 746C sont jugés satisfaisants.

Lorsqu'il n'y a pas de protection contre l'exposition à la lumière, un essai de résistance du matériau aux rayonnements ultraviolets doit être effectué si l'enveloppe ou des parties de l'enveloppe dont le mode de protection dépend est ou sont réalisée(s) dans des matériaux non métalliques. Pour les appareils du Groupe I, l'essai s'applique uniquement aux luminaires.

Si l'appareil est protégé contre la lumière (par exemple, la lumière du jour ou la lumière artificielle) lorsqu'il est installé et si, de ce fait, l'essai n'est pas effectué, l'appareil doit être marqué avec le symbole "X" pour indiquer cette condition d'utilisation particulière, selon le point e) de 29.3.

NOTE 1 Il est généralement admis que les matériaux en verre et en céramique ne sont pas affectés par l'essai de résistance à la lumière et l'essai pouvant ne pas être nécessaire.

NOTE 2 Les essais de résistance à la lumière sont effectués sur des éprouvettes spéciales et non pas sur l'enveloppe. Par conséquent, il n'est pas nécessaire de soumettre les éprouvettes spéciales aux essais des enveloppes (26.4) préalablement aux essais de résistance à la lumière.

7.4 Charges électrostatiques des matériaux externes non métalliques

7.4.1 Applicabilité

Les exigences de ce paragraphe s'appliquent uniquement aux matériaux externes non métalliques d'appareil électrique.

Les exigences de 7.4 s'appliquent également aux parties non métalliques qui sont disposées sur la surface externe d'une enveloppe.

NOTE 1 Des peintures, des films, des feuilles et des plaques non métalliques sont généralement fixés sur les surfaces externes des enveloppes pour assurer une protection environnementale supplémentaire. Leur aptitude à stocker des charges électrostatiques est traitée dans le présent article.

NOTE 2 Il est en général admis que le verre n'est pas susceptible de conserver une charge électrostatique.

7.4.2 Evitement du développement d'une charge électrostatique sur les appareils électriques du Groupe I ou du Groupe II

L'appareil électrique doit être conçu de façon à éviter tout danger d'inflammation par des charges électrostatiques, dans les conditions normales d'utilisation, d'entretien et de nettoyage. Cette exigence doit être satisfaite par l'un des moyens suivants:

- a) par un choix convenable du matériau tel que la résistance de surface satisfait à l'une des limites indiquées ci-dessous mesurées conformément au 26.13;

$10^9 \Omega$ mesurés à (50 ± 5) % d'humidité relative; ou

$10^{11} \Omega$ mesurés à (30 ± 5) % d'humidité relative

- b) par la limitation de la surface des parties non métalliques d'enveloppes, comme indiqué au Tableau 6.

La surface est définie de la façon suivante:

- pour les matériaux en feuilles, la surface doit être la surface exposée (chargeable);
- pour les objets incurvés, la surface doit être la projection de l'objet donnant la surface maximale;
- pour les parties non métalliques individuelles, la surface doit être évaluée indépendamment si elles sont séparées par des cadres conducteurs mis à la terre.

Les valeurs pour la surface peuvent être multipliées par un facteur de quatre, si la surface exposée du matériau non métallique est entourée par et au contact de cadres conducteurs mis à la terre.

Autrement, pour les pièces longues avec des surfaces non métalliques, telles que les tubes, les barres ou les élingues, il n'est pas nécessaire de prendre en considération la surface, mais les diamètres ou les largeurs ne doivent pas dépasser les valeurs données dans le Tableau 7. Les câbles de raccordement aux circuits extérieurs ne sont pas concernés par cette exigence. Voir 16.7.

- c) par la limitation d'une couche non métallique recouvrant une surface conductrice. L'épaisseur de la couche non métallique ne doit pas dépasser les valeurs données dans le Tableau 8 ou la tension de claquage doit être ≤ 4 kV (mesurée pour l'épaisseur du matériau d'isolation conformément à la méthode décrite dans la CEI 60243-1);
- d) par un revêtement conducteur. Les surfaces non métalliques peuvent être recouvertes par une couche conductrice permanente. La résistance entre le revêtement et le point de liaison (dans le cas d'un appareil pour des installations fixes) ou le point de contact potentiel le plus éloigné (dans le cas d'un appareil portable) ne doit pas être supérieure à $10^9 \Omega$. La résistance doit être mesurée conformément à 26.13 mais en utilisant une électrode de 100 mm^2 à la position la plus défavorable de la surface et la liaison ou le point de contact potentiel le plus éloigné. L'appareil doit être marqué « X » conformément au point e) de 29.3 et la documentation doit fournir des recommandations pour l'utilisation du moyen de liaison (pour un matériel fixe) et des informations permettant à l'utilisateur de décider de la durabilité du matériau de revêtement compte tenu des conditions d'environnement;

NOTE 1 Les conditions d'environnement qui ont une influence sur le matériau de revêtement peuvent comprendre les influences exercées par les petites particules présentes dans un courant d'air, les vapeurs de solvants et similaires.

- e) pour les installations fixes lorsque l'installation est destinée à réduire le risque provenant des décharges électrostatiques, par le marquage « X » de l'appareil conformément au point e) de 29.3. Les instructions doivent fournir des recommandations à l'utilisateur pour réduire au minimum le risque de décharge électrostatique. Lorsque la pratique le permet, l'appareil doit également être marqué avec l'avertissement de charge électrostatique donné au point g) de 29.12.

NOTE 2 Les recommandations concernant le risque d'inflammation dû à une décharge électrostatique sont fournies dans l'EN TR 50404 et la future CEI/TS 60079-32.

NOTE 3 Il convient de sélectionner avec soin le panneau d'avertissement relatif à la maîtrise du risque statique. Dans de nombreuses applications industrielles, plus particulièrement dans les mines de charbon, il est très fréquent que les panneaux d'avertissement deviennent illisibles du fait du dépôt de poussières. Si tel est le cas, il est possible que l'action de nettoyage du panneau provoque une décharge d'électricité statique.

NOTE 4 En choisissant les matériaux d'isolation électrique, il convient de veiller à maintenir une résistance minimale d'isolement afin d'éviter des problèmes résultant du toucher des parties exposées non métalliques qui sont en contact avec des parties actives.

Tableau 6 – Limitations de surfaces

Surface maximale mm ²				
Matériel du Groupe I	Matériel du Groupe II			
	Niveau de protection du matériel	Groupe IIA	Groupe IIB	Groupe IIC
10 000	EPL Ga	5 000	2 500	400
	EPL Gb	10 000	10 000	2 000
	EPL Gc	10 000	10 000	2 000

Tableau 7 – Diamètre ou largeur maximaux

Diamètre ou largeur maximaux mm				
Matériel du Groupe I	Matériel du Groupe II			
	Niveau de protection du matériel	Groupe IIA	Groupe IIB	Groupe IIC
30	EPL Ga	3	3	1
	EPL Gb	30	30	20
	EPL Gc	30	30	20

Tableau 8 – Limitation de l'épaisseur de la couche non métallique

Epaisseur maximale mm				
Matériel du Groupe I	Matériel du Groupe II			
	Niveau de protection du matériel	Groupe IIA	Groupe IIB	Groupe IIC
2	EPL Ga	2	2	0,2
	EPL Gb	2	2	0,2
	EPL Gc	2	2	0,2

NOTE 5 Ces limitations de l'épaisseur ne s'appliquent pas aux couches non métalliques ayant une résistance de surface inférieure à $10^9 \Omega$ ou $10^{11} \Omega$, selon le cas. Voir 7.4.21a).

NOTE 6 L'une des raisons principales de la limitation de l'épaisseur réside dans le fait que l'épaisseur maximale d'une couche non métallique permette la dissipation de la charge par l'isolation à la terre. Ainsi, la charge statique n'est pas en mesure d'atteindre des niveaux de condition d'inflammation.

7.4.3 Evitement du développement d'une charge électrostatique sur un appareil du Groupe III

Le matériel métallique revêtu d'une couche de peinture ou enrobé et le matériel en matière plastique doivent être conçus de sorte que dans des conditions normales d'utilisation, le danger d'inflammation dû aux décharges glissantes de surface soit évité.

Les enveloppes en matière plastique ne peuvent pas être soumises à une telle densité de charge critique susceptible de générer des décharges glissantes de surface. Toutefois, aucune surface conductrice plane étendue ne doit être placée à l'intérieur de l'enveloppe à moins d'une distance de 8 mm par rapport à la surface extérieure.

NOTE 1 Un comité interne de circuit imprimé peut considérer comme une surface plate étendue, bien que cela pas nécessaire d'appliquer dans petits appareils portatifs à moins que l'équipement est susceptible d'être soumis à une charge prolifique générant mécanisme (tels que pourrait se produire dans le transfert pneumatique de poudres ou facturer pulvérisation dans un procédé de revêtement de poudre). Tarification par traitement normal des

équipements portables, tout n'est pas considéré comme déboucher sur une accusation prolifique générant le mécanisme et donc ne conduirait pas à une situation où un effluve multiplication pourrait survenir.

NOTE 2 Une surface conductrice plane unique de 500 mm² au plus n'est pas considérée être une surface plane étendue. Ceci permet d'utiliser les entretoises ou les supports pour l'installation de plaques conductrices plates à l'intérieur d'une enveloppe.

Si une matière plastique d'une surface supérieure à 500 mm² est utilisée comme matériau recouvrant un matériau conducteur, elle doit avoir une ou plusieurs des caractéristiques suivantes:

- a) par un choix convenable du matériau tel que la résistance de surface satisfait aux limites indiquées en 26.13;
- b) une tension de claquage ≤ 4 kV (mesurée pour l'épaisseur du matériau d'isolation selon la méthode décrite dans la CEI 60243-1);
- c) une épaisseur d'isolation externe ≥ 8 mm sur les parties métalliques;

NOTE 3 L'isolation externe de 8 mm et plus sur des parties métalliques telles que des sondes de mesure ou des composants similaires rend improbable les décharges glissantes de surface. Lors de l'évaluation de l'épaisseur minimale de l'isolation à utiliser ou à spécifier, il est nécessaire de tenir compte des usures prévisibles en utilisation normale.

- d) par le marquage « X » d'un appareil conformément au point e) de 29.3. Ceci s'applique uniquement au appareil électrique destiné à des installations fixes, lorsque l'installation est destinée à réduire au minimum le risque de décharge électrostatique. Les instructions doivent fournir des recommandations à l'utilisateur pour réduire au niveau minimum le risque de décharge électrostatique.

7.5 Parties métalliques accessibles

Les parties métalliques accessibles ayant une résistance à la terre supérieure à 10⁹ Ω sont susceptibles d'être soumises à des charges électrostatiques pouvant constituer une source d'inflammation, et doivent être soumises à l'essai conformément à la méthode d'essai définie en 26.14. Si la capacité mesurée de chaque partie métallique dépasse la valeur indiquée dans le Tableau 9, le marquage « X » doit être apposé sur l'appareil conformément au point e) de 29.2 et la condition particulière d'utilisation doit spécifier la valeur de la capacité définie pour permettre à l'utilisateur de déterminer l'adéquation de la capacité pour l'application spécifique.

NOTE 1 Les recommandations concernant le risque d'inflammation dû à une décharge électrostatique sont fournies dans l'EN TR 50404 et la CEI/TR 60079-32 (en préparation).

Tableau 9 – Capacité maximale des parties métalliques non reliées à la terre

Capacité maximale pF				
Matériel du Groupe I ou du Groupe III	Matériel du Groupe II			
	Niveau de protection du matériel	Groupe IIA	Groupe IIB	Groupe IIC
10	EPL Ga	3	3	3
	EPL Gb	10	10	3
	EPL Gc	10	10	3

NOTE 2 Il est généralement admis qu'une fermeture métallique non reliée à la terre, telle qu'une vis d'obturation, présente une capacité maximale de 3 pF.

NOTE 3 Pour l'appareil du Groupe III destiné à une utilisation dans des conduits ou des canalisations soumis à la présence de déplacements rapides de poussières, une valeur limite plus basse pour la capacité est à l'étude.

8 Enveloppes métalliques et parties métalliques d'enveloppes

8.1 Composition des matériaux

Les documents conformes à l'Article 24 doivent spécifier le matériau de l'enveloppe ou de la partie de l'enveloppe.

NOTE 1 La vérification par essai de la composition chimique du matériau ne constitue pas une exigence de la présente norme.

NOTE 2 Il peut également se révéler nécessaire de considérer la peinture ou les revêtements appliqués sur les enveloppes métalliques comme des parties non métalliques d'une enveloppe, auquel cas les exigences de l'Article 7 s'appliquent.

8.2 Groupe I

Les matériaux utilisés pour la construction des enveloppes des appareils électriques du Groupe I d'EPL Ma ou Mb ne doivent pas contenir, en masse, plus de:

- 15 %, au total, d'aluminium, magnésium, titane et zirconium, et
- 7,5 %, au total, de magnésium, titane et zirconium.

L'exigence ci-dessus n'est pas applicable aux appareils de mesure portables du Groupe I, mais cet appareil doit alors être marqué avec un « X » conformément au point e) de 29.3 et la condition particulière d'utilisation doit indiquer les mesures de prévention spéciales à prendre lors du stockage, du transport et de l'utilisation.

8.3 Groupe II

Les matériaux utilisés pour la construction des enveloppes des appareils électriques du Groupe II pour les niveaux de protection de l'appareil identifiés ne doivent pas contenir, en masse, plus de:

- pour l'EPL Ga
10 %, au total, d'aluminium, magnésium, titane et zirconium, et
7,5 %, au total, de magnésium, titane et zirconium;
- pour l'EPL Gb
7,5 %, au total, de magnésium, titane et zirconium;

- pour l'EPL Gc
aucune exigence sauf pour les turbines de ventilateur et les capots de protection, ainsi que les orifices de ventilation, qui doivent être conformes aux exigences relatives à l'EPL Gb.

Lorsque les limites sont dépassées pour un appareil d'EPL Ga ou Gb, l'appareil doit être marqué avec un « X » conformément au point e) de 29.2 et les conditions particulières d'utilisation doivent comporter suffisamment d'informations pour permettre à l'utilisateur de déterminer l'adéquation de l'appareil à l'application particulière, par exemple, pour éviter un risque d'inflammation provoqué par un choc ou un frottement.

8.4 Groupe III

Les matériaux utilisés pour la construction des enveloppes des appareils électriques du Groupe III pour les niveaux de protection d'appareil identifiés ne doivent pas contenir, en masse, plus de:

- pour l'EPL Da
7,5 %, au total, de magnésium, titane et zirconium;
- pour l'EPL Db
7,5 %, au total, de magnésium, titane et zirconium;
- pour l'EPL Dc
aucune exigence sauf pour les turbines de ventilateur et les capots de protection, ainsi que les orifices de ventilation, qui doivent être conformes aux exigences relatives à l'EPL Db.

Lorsque les limites sont dépassées pour un matériel d'EPL Da ou Db, l'appareil doit être marqué avec un « X » conformément au point e) de 29.3 et les conditions particulières d'utilisation doivent comporter suffisamment d'informations pour permettre à l'utilisateur de déterminer l'adéquation de l'appareil à l'application particulière, par exemple, pour éviter un risque d'inflammation provoqué par un choc ou un frottement.

9 Fermetures

9.1 Généralités

Les éléments nécessaires à la réalisation d'un mode de protection spécifique ou qui empêchent l'accès aux parties actives non isolées ne doivent pouvoir être débloqués ou démontés qu'à l'aide d'un outil.

Les vis de fixation pour les enveloppes en matériaux contenant des métaux légers peuvent être réalisées en métal léger ou en matériau non métallique si le matériau de ces vis de fixation (fermetures) est compatible avec celui de l'enveloppe.

Les trous taraudés pour les fixations des couvercles de protection destinés à être ouverts en service pour des opérations telles que les réglages, les inspections et autres motifs liés au fonctionnement, ne doivent être pratiqués dans le matériau de l'enveloppe que si le taraudage est compatible avec le matériau de l'enveloppe.

9.2 Fermetures spéciales

Lorsque l'une des normes concernant un mode de protection spécifique impose une fermeture spéciale, celle-ci doit être conforme à ce qui suit:

- le filetage doit être un filetage à pas métrique, conforme à l'ISO 262, avec une tolérance d'ajustement de 6g/6H conformément à l'ISO 965-1 et à l'ISO 965-3;
- la tête de la vis ou de l'écrou doit être conforme à l'ISO 4014, à l'ISO 4017, à l'ISO 4032, à l'ISO 4762, à l'ISO 7380 ou à l'ISO 14583 et, dans le cas de vis sans tête à six pans creux, à l'ISO 4026, à l'ISO 4027, à l'ISO 4028 ou à l'ISO 4029; d'autres têtes de vis ou d'écrou sont autorisées si l'appareil est marqué avec un « X » conformément au point e) de 29.3 et la condition particulière d'utilisation doit spécifier complètement que les fermetures doivent être remplacées uniquement par des fermetures identiques;
- les trous pratiqués dans l'appareil électrique doivent être conformes aux exigences de 9.3.

NOTE Pour les appareils électriques du Groupe I, il convient que les têtes des fermetures spéciales susceptibles de subir dans des conditions normales de fonctionnement des dommages mécaniques pouvant compromettre le mode de protection concerné, soient protégées, par exemple, par l'utilisation de coupelles ou d'encastresments.

9.3 Trous pour fermetures spéciales

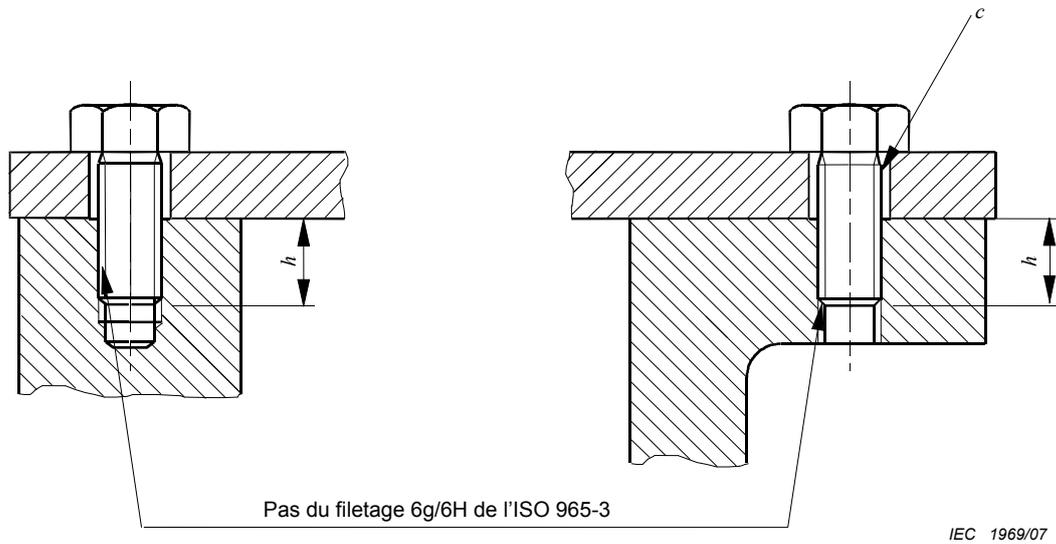
9.3.1 Engagement du filetage

Afin d'assurer une longueur d'engagement suffisante, h , les trous pour fermetures spéciales, comme spécifié en 9.2, doivent être taraudés sur une longueur au moins égale au diamètre le plus grand du filetage de la fermeture (voir Figures 1 et 2).

9.3.2 Tolérance et espace

Le filetage femelle doit avoir une classe de tolérance 6H conformément à l'ISO 965-1 et à l'ISO 965-3, et soit

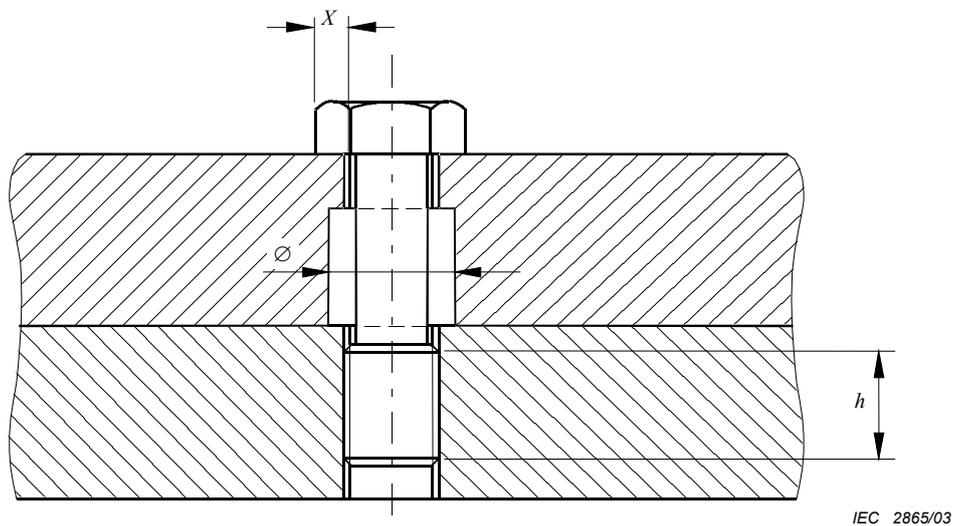
- a) le trou sous la tête de la fermeture associée doit permettre un espace au plus égal à la celui spécifié pour la « série moyenne: H13 » de l'ISO 273 (voir Figure 1); ou
- b) le trou sous la tête (ou l'écrou) de la fermeture associée à tige réduite doit être taraudé afin de pouvoir retenir la fermeture. Les dimensions du trou taraudé doivent être telles que la surface qui l'entoure et qui est en contact avec la tête d'une telle fermeture soit au moins égale à celle d'une fermeture sans tige réduite dans un trou non taraudé (voir Figure 2).

**Légende**

$h \geq$ diamètre principal du filetage de la fermeture

$c \leq$ espace maximal autorisé pour la « série moyenne: H13 » de l'ISO 273

Figure 1 – Tolérances et espace pour fermetures filetées

**Légende**

\varnothing trou non taraudé normalisé conforme à la forme du filetage

$h \geq$ diamètre principal du filetage de la fermeture

X dimension de la surface en contact avec une fermeture à tige réduite

$X \geq$ la dimension de la surface en contact de la tête normalisée d'une fermeture normalisée (sans tige réduite) filetée sur toute sa longueur et ayant la taille du filetage utilisé

Figure 2 – Surface en contact sous la tête d'une fermeture à tige réduite

9.3.3 Vis sans tête à six pans creux

Dans le cas de vis sans tête à six pans creux, la vis doit avoir une classe de tolérance de 6h conformément à l'ISO 965-1 et à l'ISO 965-3, et ne doit pas dépasser du trou taraudé après serrage.

10 Dispositifs de verrouillage

Lorsque le maintien d'un mode spécifique de protection nécessite l'utilisation d'un dispositif de verrouillage, ce dernier doit être réalisé de telle sorte que son efficacité ne peut être facilement annulée.

NOTE L'objectif est que le verrouillage soit conçu de telle sorte qu'il ne puisse pas être enlevé facilement avec un simple outil comme un tournevis, des pinces ou un outil similaire.

11 Traversées

Les traversées utilisées comme éléments de raccordement, et qui peuvent être soumises à un couple lorsqu'on réalise la connexion ou la déconnexion, doivent être fixées de telle sorte que toutes les parties soient protégées contre la rotation.

L'essai de rotation correspondant est spécifié en 26.6.

12 Matériaux utilisés pour les scellements

Les documents, conformément à l'Article 24, doivent inclure une fiche technique ou une déclaration du fabricant du matériau de scellement indiquant que les matériaux utilisés pour les scellements dont dépend le mode de protection, présentent une stabilité thermique compatible avec les températures de service minimale et maximale auxquelles ils doivent être soumis.

Les matériaux utilisés pour les scellements doivent avoir une plage de températures de fonctionnement continu (COT) qui comprend une température minimale inférieure ou égale à la température minimale de service et une température maximale supérieure d'au moins 20 K à la température maximale de service.

NOTE 1 Un appareil peut atteindre des températures de service différentes dans des parties différentes. La sélection et les essais de chaque matériau sont basés sur la température de service spécifique de la partie concernée, mais peuvent également être basés sur la température maximale (ou minimale) de service de l'appareil complet.

NOTE 2 Si le scellement est amené à supporter des conditions de service défavorables, il convient que des mesures appropriées fassent l'objet d'un accord entre l'utilisateur et le constructeur (voir 6.1).

13 Composants Ex

13.1 Généralités

Les composants Ex doivent être conformes aux exigences données dans l'Annexe B. Des exemples de composants Ex sont les suivants:

- a) une enveloppe vide; ou
- b) des composants ou ensembles de composants destinés à être utilisés avec des appareils conformes aux exigences d'un ou de plusieurs des modes de protection cités à l'Article 1.

13.2 Montage

Les composants Ex peuvent être montés:

- a) complètement à l'intérieur de l'enveloppe de l'appareil (par exemple, une borne de mode de protection «e», un ampèremètre, un appareil de chauffage ou un indicateur; un dispositif de coupure ou un thermostat de mode de protection «d», un dispositif de coupure ou un thermostat de mode de protection « m », une alimentation de mode de protection «i») ou
- b) complètement à l'extérieur de l'enveloppe de l'appareil (par exemple, une borne de terre de mode de protection «e», un capteur de mode de protection «i») ou
- c) partiellement à l'intérieur et partiellement à l'extérieur de l'enveloppe de l'appareil (par exemple, un bouton-poussoir de mode de protection «d», un bouton-poussoir, un interrupteur de fin de course ou une lampe de signalisation de mode de protection « t », un ampèremètre de mode de protection «e», un indicateur de mode de protection «i»).

13.3 Montage à l'intérieur du matériel

Lorsque le composant Ex est monté complètement à l'intérieur de l'enveloppe, les seules parties qui doivent être soumises à l'essai ou évaluées sont celles qui n'ont pas été soumises à l'essai et/ou évaluées comme composant distinct (par exemple, essai ou évaluation de la température de surface, des lignes de fuite et des distances d'isolement entre le composant et les parties conductrices environnantes).

13.4 Montage à l'extérieur du matériel

Lorsque le composant Ex est monté extérieurement à l'enveloppe ou partiellement à l'intérieur et partiellement à l'extérieur de l'enveloppe, l'interface entre le composant Ex et l'enveloppe doit être soumise à l'essai ou évaluée pour conformité avec le mode de protection concerné et avec les essais d'enveloppe spécifiés en 26.4.

13.5 Certificat pour les composants Ex

Etant donné que les composants Ex ne sont pas destinés à être utilisés seuls et exigent une réflexion supplémentaire lorsqu'ils sont incorporés dans des systèmes ou de l'appareil électrique, il n'existe pas de « conditions spécifiques d'utilisation » en plus du suffixe « X » associé au numéro de certificat. Lorsque la présente norme ou l'une de ses sous-parties spécifie « conditions spécifiques d'utilisation » ainsi que le suffixe « X » associé au numéro de certificat, un « récapitulatif des limitations » pour le certificat du composant Ex ainsi que le suffixe « U » associé au numéro du certificat de composant Ex doivent être substitués pour un composant Ex. Voir également 28.2.

14 Eléments de raccordement et logements de raccordement

14.1 Généralités

L'appareil électrique destiné à être raccordé à des circuits extérieurs doit comporter des éléments de raccordement, à l'exception de l'appareil électrique fabriqué avec un câble qui lui est solidaire en permanence.

14.2 Logement de raccordement

Les logements de raccordement et leurs ouvertures d'accès doivent être dimensionnés de telle sorte que les conducteurs puissent être facilement raccordés.

14.3 Mode de protection

Les logements de raccordement doivent être conformes à l'un des modes de protection spécifiques cités à l'Article 1.

14.4 Lignes de fuite et distances d'isolement

Les logements de raccordement doivent être conçus de telle sorte qu'après un raccordement correct des conducteurs, les lignes de fuite et les distances d'isolement satisfont aux éventuelles exigences du mode de protection spécifique concerné.

15 Eléments de raccordement des conducteurs de mise à la terre ou de liaison équipotentielle

15.1 Appareil nécessitant une mise à la terre

15.1.1 A l'intérieur

Un élément de raccordement permettant le raccordement d'un conducteur de mise à la terre doit être prévu à l'intérieur du matériel électrique et à proximité des autres éléments de raccordement.

15.1.2 A l'extérieur

L'appareil électrique à enveloppe métallique doit comporter un élément de raccordement extérieur supplémentaire pour un conducteur de liaison équipotentielle, sauf pour un appareil électrique prévu pour être:

- a) déplacé sous tension et alimenté par un câble comportant un conducteur de mise à la terre ou de liaison équipotentielle ou
- b) installé uniquement avec des systèmes électriques ne nécessitant pas une connexion externe à la terre, par exemple, un conduit métallique ou un câble blindé.

Le constructeur doit fournir dans les instructions, conformément à l'Article 30, les détails sur toute liaison de mise à la terre ou équipotentielle nécessaire à l'installation dans les conditions définies en a) ou b) ci-dessus.

L'élément de raccordement extérieur supplémentaire doit être électriquement en contact avec l'élément de raccordement prévu en 15.1.1.

NOTE L'expression «électriquement en contact» n'implique pas nécessairement l'utilisation d'un conducteur.

15.2 Appareil ne nécessitant pas une mise à la terre

Pour les appareils électriques pour lesquels aucune mise à la terre ou aucune liaison équipotentielle n'est exigée, par exemple, dans certains types d'appareils électriques à double isolation ou à isolation renforcée, ou pour lesquels une mise à la terre supplémentaire n'est pas nécessaire, l'utilisation d'un élément de mise à la terre ou de liaison équipotentielle interne ou externe n'est pas nécessaire.

NOTE Bien que ne présentant pas de risque de choc électrique, les appareils à double isolation peuvent nécessiter une mise à la terre ou un raccordement pour réduire le risque d'inflammation.

15.3 Dimension d'un élément de raccordement

Les éléments de raccordement des conducteurs de mise à la terre de protection (PE) doivent permettre le raccordement efficace d'au moins un conducteur de section donnée dans le Tableau 10. Les éléments de raccordement des conducteurs de mise à la terre de protection pour les machines électriques tournantes doivent être conformes à la CEI 60034-1.

Tableau 10 – Section minimale des conducteurs de mise à la terre de protection

Section des conducteurs de phase, S mm ²	Section minimale du conducteur de mise à la terre de protection correspondant, S_p mm ²
$S \leq 16$	S
$16 < S \leq 35$	16
$S > 35$	$0,5 S$

Les éléments de raccordement des conducteurs de mise à la terre ou de liaison équipotentielle situés à l'extérieur de l'appareil électrique doivent permettre le raccordement efficace d'un conducteur d'au moins 4 mm² de section. Lorsque cet élément de raccordement est également destiné à être utilisé comme élément de raccordement de mise à la terre de protection, les exigences du Tableau 10 s'appliquent.

15.4 Protection contre la corrosion

Les éléments de raccordement doivent être efficacement protégés contre la corrosion. Des mesures de prévention spéciales doivent être prises si l'un de ces composants en contact consiste en un matériau contenant un métal léger, par exemple, en utilisant une pièce intermédiaire en acier lorsque l'on réalise une connexion avec un matériau contenant des métaux légers.

15.5 Sécurisation des connexions électriques

Les éléments de raccordement doivent être conçus de telle sorte que les conducteurs électriques ne puissent pas être facilement desserrés ou tordus. La pression de contact sur les connexions électriques doit être maintenue et ne pas être affectée par des variations dimensionnelles des matériaux d'isolement en service dues à des facteurs tels que la température ou l'humidité. Pour les enveloppes à parois non métalliques fournies avec une plaque interne de mise à la terre, l'essai de 26.12 doit être appliqué.

NOTE Une plaque interne de mise à la terre peut être disposée, par exemple, pour permettre l'utilisation d'entrées de câbles métalliques sans cosses individuelles séparées de mise à la terre. Il convient que le matériau et les dimensions de la plaque de mise à la terre soient appropriés au courant de défaut prévu.

16 Entrées dans les enveloppes

16.1 Généralités

L'entrée dans l'appareil doit être réalisée soit par un trou fileté, soit par un trou lisse, pratiqué dans

- les parois de l'enveloppe, ou
- une plaque d'adaptation prévue pour être montée dans, ou sur les parois de l'enveloppe.

NOTE Des informations supplémentaires sur l'installation d'accessoires de conduits ou d'accessoires associés dans des trous filetés ou dans des trous lisses sont données dans la CEI 60079-14.

16.2 Identification des entrées

Le constructeur doit spécifier dans les documents présentés conformément à l'Article 24 les entrées, leur position sur l'appareil et le nombre autorisé. Le filetage (par exemple, métrique ou NPT) des entrées filetées doit être indiqué sur l'appareil ou doit figurer dans les instructions d'installation (voir Article 30).

NOTE 1 Il n'est pas prévu que des entrées individuelles soient marquées, à moins que cela ne soit exigé par le mode spécifique de protection.

NOTE 2 Lorsque de nombreux emplacements pour les entrées sont possibles, la surface des entrées, leur dimension et leur espacement sont généralement fournis.

16.3 Entrées de câbles

Les entrées de câbles qui sont installées conformément aux instructions exigées à l'Article 30 ne doivent pas altérer les propriétés spécifiques du mode de protection de l'appareil électrique sur lequel elles sont montées. Cela doit s'appliquer pour toute la gamme des dimensions de câbles définie par le fabricant des entrées de câbles comme pouvant être utilisée avec ces entrées. Les entrées de câbles peuvent être solidaires du matériel, c'est-à-dire qu'un élément majeur ou une partie majeure est inséparable de l'enveloppe de l'appareil. Dans de tels cas, les entrées doivent être soumises à l'essai avec l'appareil.

Les entrées de câbles non filetées doivent être certifiées comme des composants Ex ou certifiées avec l'appareil complet.

Les entrées de câbles filetées et les dispositifs de passage de câbles doivent être certifiés comme des entrées de câbles Ex ou des composants Ex, voire certifiées avec l'appareil complet.

Les entrées de câbles, qu'elles soient solidaires ou séparées, doivent répondre aux exigences correspondantes de l'Annexe A.

16.4 Eléments d'obturation

Les éléments d'obturation, destinés à fermer des orifices inutilisés pratiqués dans les parois d'enveloppes de l'appareil électrique, doivent être conformes aux exigences du mode de protection spécifique concerné. L'élément d'obturation ne doit pouvoir être démonté qu'à l'aide d'un outil.

Les éléments d'obturation non filetés doivent être certifiés comme des composants Ex ou certifiés avec l'appareil complet.

Les éléments d'obturation filetés doivent être certifiés comme des éléments d'obturation Ex ou des composants Ex, voire certifiés avec l'appareil complet.

16.5 Adaptateurs filetés

Les adaptateurs filetés doivent satisfaire aux exigences du mode de protection spécifique concerné.

Les adaptateurs filetés doivent être certifiés comme des adaptateurs filetés Ex ou des composants Ex, voire certifiés avec l'appareil complet.

16.6 Température au point de branchement et au point d'entrée

Lorsque, dans les limites des caractéristiques assignées, la température est supérieure à 70 °C au point d'entrée, ou à 80 °C au point de branchement des conducteurs, les informations doivent être marquées à l'extérieur de l'appareil afin de servir d'indication pour le choix adéquat par l'utilisateur, du câble, de l'entrée de câble ou des conducteurs dans des conduits. Voir Figure 3.

NOTE Dans les cas où les informations pour la sélection correcte des câbles, des entrées de câble et des conducteurs dans les conduits sont importantes, le marquage consiste uniquement en une référence aux informations détaillées données dans les instructions de l'appareil.

16.7 Charges électrostatiques des gaines de câbles

Pour les besoins de la présente norme, les gaines de câbles utilisées pour la connexion de circuits externes ne sont pas considérées comme des enveloppes non métalliques ou des parties d'enveloppes comme décrit par l'Article 7 et ne nécessitent aucune évaluation par rapport à ces exigences.

NOTE Le risque électrostatique des câbles est traité par la CEI 60079-14.

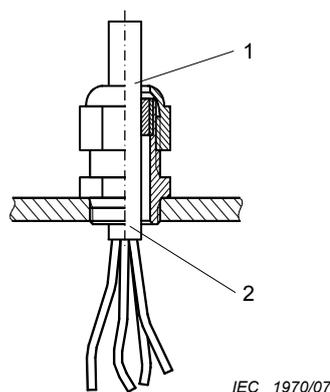


Figure 3a – Entrée de câble

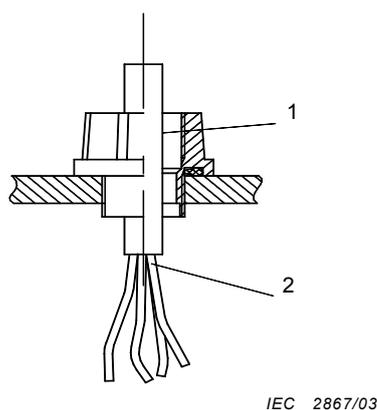


Figure 3b – Entrée de conduit

Légende

- 1 point d'entrée (là où se trouve l'étanchéité, le cas échéant)
- 2 point de branchement

Figure 3 – Illustration des points d'entrée et de branchement

17 Exigences complémentaires pour machines électriques tournantes

17.1 Ventilation

17.1.1 Orifices de ventilation

Le degré de protection (IP) des orifices de ventilation doit être au moins:

- IP20 du côté de l'entrée d'air,
- IP10 du côté de la sortie d'air,

conformément à la CEI 60034-5.

La chute de corps étrangers dans les orifices de ventilation des machines électriques tournantes verticales et des ventilateurs en position verticale doit être empêchée. Pour les machines électriques tournantes du Groupe I, le degré de protection IP10 ne peut être considéré suffisant que si les orifices sont conçus ou disposés de manière à empêcher que des objets étrangers de dimensions supérieures à 12,5 mm puissent être entraînés sur les parties mobiles de la machine, soit par chute verticale, soit par vibration.

Pour les ventilateurs destinés à être installés sur des réseaux de gaines de ventilation, les exigences relatives à la protection IP et les autres exigences relatives aux éléments assurant cette même protection (par exemple, essai de choc, alliages légers) peuvent être satisfaites à l'entrée et à la sortie de la gaine. Dans ce cas, le ventilateur doit comporter le marquage « X » conformément au point e) de 29.3 et la condition particulière d'utilisation doit spécifier les critères de sélection de la protection à l'entrée et à la sortie.

17.1.2 Matériaux pour les ventilateurs externes

Les turbines de ventilateur externes, les capots de protection et les grilles de ventilation externes constitués de matériaux non métalliques doivent satisfaire à l'Article 7. Pour les machines électriques tournantes du Groupe II, il n'est pas nécessaire que les turbines de ventilateurs externes dont la vitesse périphérique est inférieure à 50 m/s satisfassent aux exigences de 7.4.

Les turbines de ventilateur et les capots de protection, ainsi que les orifices de ventilation externes constitués de matériaux contenant des métaux légers doivent satisfaire à l'Article 8.

17.1.3 Ventilateurs de refroidissement de machines électriques tournantes

17.1.3.1 Ventilateurs et capots de protection

Les ventilateurs de refroidissement externes de machines électriques tournantes doivent être protégés par un capot de protection et doivent satisfaire aux exigences de 17.1.3.2 et de 17.1.3.3.

17.1.3.2 Construction et montage des systèmes de ventilation

Les ventilateurs, capots de protection et orifices de ventilation doivent être construits de façon à satisfaire aux exigences de l'essai de tenue aux chocs mécaniques conformément à 26.4.2 et aux critères d'acceptation donnés en 26.4.4.

17.1.3.3 Distances dans le système de ventilation

Dans les conditions normales de fonctionnement, les distances, compte tenu des tolérances de conception, entre la turbine du ventilateur et son capot de protection, et les orifices de ventilation et leurs fermetures, doivent être au moins égales à un centième du diamètre maximal de la turbine du ventilateur, à l'exception du fait qu'il n'est pas nécessaire que les distances dépassent 5 mm, ces valeurs pouvant être réduites à 1 mm lorsque les parties en regard sont usinées de manière à assurer des dimensions et une concentricité précises et

stables (par exemple, pièces usinées en métal fondu). En aucun cas les distances ne doivent être inférieures à 1 mm.

17.1.4 Ventilateurs auxiliaires pour le refroidissement des moteurs

Les ventilateurs de refroidissement qui ne sont pas installés sur l'arbre du moteur qui doit être refroidi, et qui requièrent une contre-pression minimale afin que les caractéristiques assignées du moteur du ventilateur ne soit pas dépassées, doivent être soumis à l'essai comme partie du moteur devant être refroidi ou doivent comporter le marquage « X » conformément au point e) de 29.3, et la condition particulière d'utilisation doit spécifier les mesures à prendre en considération pour ne pas dépasser les caractéristiques assignées. Si les limites applicables à la contre-pression sont spécifiées comme des conditions de cette nature, elles doivent être vérifiées par essais selon 26.15.

17.1.5 Ventilateurs d'aération

17.1.5.1 Applicabilité

Les exigences spécifiées en 17.1.5 doivent s'appliquer aux ventilateurs d'aération jusqu'à une puissance de 5 kW, la turbine du ventilateur étant montée directement sur le moteur électrique, c'est-à-dire que le moteur constitue une partie du ventilateur. Les ventilateurs d'aération du matériel EPL Ma, Ga ou Da ne sont pas admis.

NOTE 1 Ces exigences s'appliquent aux ventilateurs d'aération (par exemple, ventilateurs de locaux) avec le même EPL placé à l'intérieur et à l'extérieur de l'enveloppe du ventilateur, destinés à être utilisés avec la surface à l'intérieur et à l'extérieur de l'enveloppe. Lorsque les enveloppes de ventilateurs sont destinées à séparer un emplacement dangereux à l'intérieur de l'enveloppe d'un autre emplacement dangereux à l'extérieur de l'enveloppe, il n'est pas nécessaire de prendre en considération d'autres exigences, par exemple, exigences relatives à l'étanchéité de l'enveloppe.

NOTE 2 Le présent paragraphe traite des exigences de protection contre l'explosion pour les ventilateurs d'aération destinés à être utilisés dans des emplacements dangereux, et non pas des exigences fonctionnelles relatives aux mêmes ventilateurs.

NOTE 3 L'utilisation de ventilateurs d'aération dans les appareils EPL Ma, Ga et Da n'est pas admise dans la mesure où ces applications seraient considérées comme constituant un support de transfert de substances inflammables et non pas comme une fonction de ventilation de transmission de l'air.

17.1.5.2 Généralités

Les exigences spécifiées en 17.1.5 doivent s'appliquer, ainsi que toute autre exigence applicable de la présente norme. Les caractéristiques assignées du ventilateur ne doivent pas dépasser les caractéristiques assignées du moteur. Les ventilateurs qui requièrent une contre-pression minimale afin de ne pas dépasser les caractéristiques assignées du moteur, doivent comporter le marquage « X » conformément au point e) de 29.3, et la condition particulière d'utilisation doit spécifier les mesures à prendre en considération pour ne pas dépasser les caractéristiques assignées. Si les limites applicables à la contre-pression sont spécifiées comme des conditions de cette nature, elles doivent être vérifiées par essais selon 26.15.

17.1.5.3 Ventilateurs et capots de protection

Les parties tournantes du ventilateur doivent être protégées par un capot de protection qui n'est pas considéré comme faisant partie de l'enveloppe de tout matériel électrique utilisé dans le ventilateur, par exemple, le moteur électrique. Le ventilateur et le capot de protection doivent satisfaire aux exigences de 17.1.5.4 et de 17.1.5.5.

17.1.5.4 Construction et montage

Les parties du ventilateur susceptibles de provoquer un contact entre les parties tournantes et les parties fixes (par exemple, capots de protection et orifices de ventilation) doivent satisfaire aux exigences de l'essai de tenue aux chocs mécaniques conformément à 26.4.2 et aux critères d'acceptation donnés en 26.4.4.

Pour éviter des températures excessives au niveau des joints d'arbre, les appariements de matériaux utilisés pour la chemise de l'arbre et des joints doivent satisfaire à 17.1.2 et les distances entre ces parties doivent satisfaire à 17.1.5.5.

17.1.5.5 Distances d'isolement pour les pièces en rotation

Compte tenu des tolérances de conception, les distances d'isolement dans les conditions normales de fonctionnement entre la turbine du ventilateur et le capot de protection, et les orifices de ventilation et leurs fermetures, doivent être au moins égales à un centième du diamètre de la turbine du ventilateur. Toutefois, la distance d'isolement ne doit pas être inférieure à 2,0 mm, à l'exception du fait que l'exigence de 2,0 mm peut être réduite à 1,0 mm lorsque les parties en regard sont usinées de manière à assurer des dimensions et une concentricité précises et stables (par exemple, pièces usinées en métal fondu). Il n'est pas nécessaire que les distances d'isolement soient supérieures à 5,0 mm pour les ventilateurs dont les dimensions et la concentricité sont aussi précises et stables.

17.2 Paliers

Les lubrifiants et les joints utilisés dans les paliers doivent être adaptés à la température maximale des paliers.

Des exigences supplémentaires sont à l'étude.

NOTE Les courants des arbres et des paliers peuvent constituer une source principale d'inflammation, et peuvent également influencer de manière considérable la durée de vie des paliers. La pratique montre que la durée de vie peut se résumer à quelques semaines seulement et qu'il est de ce fait virtuellement impossible de la déterminer par des méthodes de contrôle de conditionnement classiques. Il convient ainsi d'analyser la possibilité de la présence de courants d'arbre dans le système et, si nécessaire, de concevoir le système dans son ensemble en conséquence, afin de réduire toute probabilité d'endommagement intempestif des paliers. Voir l'Annexe D pour des recommandations supplémentaires.

18 Exigences complémentaires pour appareillage de connexion

18.1 Diélectrique inflammable

L'appareillage de connexion ne doit pas avoir de contacts immergés dans un diélectrique inflammable.

18.2 Sectionneurs

Lorsque l'appareillage de connexion contient un sectionneur, il doit être omnipolaire. L'appareillage de connexion doit être conçu de telle sorte que

- la position des contacts du sectionneur est visible, ou
- sa position «ouvert» est indiquée sans ambiguïté (voir la CEI 60947-1).

En l'absence de dispositif de verrouillage entre le sectionneur et le couvercle ou la porte de l'appareillage de connexion permettant d'assurer que l'ouverture de ce couvercle ou de cette porte ne peut être effectuée que lorsque les contacts du sectionneur sont ouverts, un avertissement conforme au point d) de 29.12 doit être apposé sur l'appareil.

Les sectionneurs, qui ne sont pas conçus pour être manœuvrés sous la charge prévue, doivent

- être asservis électriquement ou mécaniquement à un organe de coupure approprié à la charge, ou
- pour les appareils du Groupe II uniquement, porter une inscription placée près de l'organe de commande du sectionneur avec l'avertissement « fonctionnement sous charge » donné au point c) de 29.12.

18.3 Groupe I – Dispositions pour le verrouillage

Le dispositif de manœuvre des sectionneurs de l'appareillage du Groupe I doit pouvoir être bloqué en position ouverte à l'aide d'un cadenas. Des dispositions doivent être prises pour permettre aux relais de protection contre les courts-circuits et de mise à la terre, s'ils sont utilisés, de se déclencher. Si l'appareillage a un dispositif de réarmement local accessible depuis l'extérieur de l'enveloppe, son couvercle pour accès doit comporter une fermeture spéciale conforme à 9.2.

18.4 Portes et couvercles

Les portes et couvercles donnant accès à l'intérieur d'enveloppes contenant des circuits fonctionnant à distance avec des contacts de coupure qui peuvent être fermés ou ouverts par action non manuelle (telle qu'électrique, mécanique, magnétique, électromagnétique, électro-optique, pneumatique, hydraulique, acoustique ou thermique), doivent

- a) être verrouillés avec un sectionneur qui interdit l'accès à l'intérieur tant que son fonctionnement n'a pas mis hors tension les circuits intérieurs non protégés ou
- b) porter l'indication d'ouverture de l'enveloppe mentionnée au point d) de 29.12.

Dans le cas a) ci-dessus, lorsqu'il est prévu que certaines parties intérieures doivent rester sous tension après fonctionnement du sectionneur, ces parties sous tension doivent, afin de réduire au minimum le risque d'explosion, être protégées:

- 1) par un des modes de protection appropriés cités à l'Article 1 ou
- 2) par une des protections indiquées ci-après:
 - les distances d'isolement et lignes de fuite entre phases (pôles) et à la terre sont conformes aux exigences de la CEI 60079-7 et
 - une ou des enveloppe(s) intérieure(s) supplémentaire(s) contenant les parties sous tension et assurant un degré de protection d'au moins IP20, conformément à la CEI 60529; et
 - un marquage sur l'enveloppe supplémentaire intérieure comme exigé au point h) de 29.12.

NOTE Un appareil qui peut rester sous tension après la manœuvre du sectionneur comprend un dispositif équipé d'éléments et de batteries interne à l'appareil.

19 Exigences complémentaires pour coupe-circuits à fusibles

Les enveloppes contenant des coupe-circuits à fusibles doivent:

- être verrouillées de façon telle que la mise en place ou l'enlèvement des éléments de remplacement ne puissent être effectués que hors tension et que la mise sous tension des fusibles soit impossible jusqu'à ce que l'enveloppe soit correctement fermée, ou
- l'appareil doit porter l'indication d'ouverture de l'enveloppe mentionnée au point d) de 29.12.

20 Exigences complémentaires pour les prises de courant et les connecteurs

20.1 Généralités

Ces exigences pour les prises de courant doivent également s'appliquer aux connecteurs.

Les prises de courant doivent être

- a) verrouillées mécaniquement ou électriquement ou de façon telle qu'elles ne puissent être séparées lorsqu'elles sont sous tension et que les contacts ne puissent être mis sous tension lorsqu'elles sont séparées, ou
- b) assemblées au moyen de fermetures spéciales conformément à 9.2, l'appareil portant l'indication de séparation prescrite au point e) de 29.12.

Dans le cas où elles ne peuvent pas être mises hors tension avant séparation du fait qu'elles sont connectées à un accumulateur, le marquage doit comporter l'indication de séparation prescrite au point f) de 29.12.

20.2 Atmosphères explosives gazeuses

Il n'est pas nécessaire que les prises de courant d'EPL Gb répondent aux exigences de 20.1 si toutes les conditions ci-après sont respectées:

- la partie qui reste sous tension est le socle;
- il y a une temporisation pour la séparation de la fiche et du socle de telle sorte que la circulation du courant assigné s'interrompt, afin qu'aucun arc ne se produise lors de la séparation;
- la fiche et le socle restent antidéflagrants conformément à la CEI 60079-1 pendant la période d'extinction de l'arc tout en ouvrant un circuit de la tension et du courant assignés, et en utilisant un facteur de puissance de 0,4 à 0,5 pour les circuits à courant alternatif;
- les contacts qui restent sous tension après la séparation sont protégés selon l'un des modes de protection spécifiques cités à l'Article 1.

20.3 Atmosphères explosives de poussières

Les exigences de 20.1 s'appliquent dans tous les cas.

20.4 Fiches sous tension

Les fiches et les composants restant sous tension lorsqu'ils ne sont pas introduits dans un socle ne sont pas autorisés.

21 Exigences complémentaires pour les luminaires

21.1 Généralités

La source lumineuse des luminaires doit être protégée par un couvercle translucide qui peut être équipé d'un dispositif de protection supplémentaire. En fonction de la dimension des ouvertures dans le dispositif de protection, les essais conformément au Tableau 13 de 26.4.2 doivent être réalisés comme suit:

- Ouvertures du dispositif de protection supérieures à 2 500 mm²; essais a) et c) du Tableau 13.
- Ouvertures du dispositif de protection entre 625 mm² et 2 500 mm²; essais a), b) et d) du Tableau 13.
- Ouvertures du dispositif de protection inférieures à 625 mm²; essais a) et b) du Tableau 13.
- Pas de dispositif de protection; essais a) et c) du Tableau 13.

Le montage des luminaires ne doit pas dépendre d'une vis unique. Un boulon unique à œil vissé peut être utilisé uniquement s'il fait partie intégrante du luminaire, par exemple par fusion ou soudage à l'enveloppe ou, s'il est fileté, le boulon à œil vissé est fixé par des moyens séparés qui l'empêchent de se desserrer lors d'une torsion.

21.2 Couvercles des luminaires d'EPL Mb, EPL Gb ou EPL Db

Les couvercles donnant accès aux douilles de lampes et autres pièces internes des luminaires doivent:

- a) être verrouillés avec un dispositif qui assure automatiquement la séparation omnipolaire de la douille dès le commencement de l'ouverture de la partie protectrice, ou
- b) porter l'indication d'ouverture comme exigée par le point d) de 29.12.

Dans le cas a) ci-dessus, lorsqu'il est prévu que certaines parties autres que la douille restent sous tension après le fonctionnement du dispositif de séparation électrique, ces parties sous tension doivent, afin de réduire au minimum le risque d'explosion, être protégées:

- 1) par un des modes de protection appropriés (pour l'EPL requis) cités à l'Article 1, ou
- 2) par la protection indiquée ci-après:
 - le dispositif de séparation électrique doit être disposé de telle manière qu'il ne puisse pas être actionné manuellement et mettre sous tension, de manière intempestive, les parties non protégées, et
 - les distances d'isolement et les lignes de fuite entre phases (pôles) et à la terre conformément aux exigences de la CEI 60079-7, et
 - une enveloppe supplémentaire intérieure qui peut être le réflecteur de la source lumineuse, qui contient les parties sous tension et fournit un degré de protection d'au moins IP 20, conformément à la CEI 60529, et
 - un marquage sur l'enveloppe supplémentaire intérieure comme exigé au point h) de 29.12.

21.3 Couvercles des luminaires d'EPL Gc ou EPL Dc

Les couvercles donnant accès aux douilles de lampes et autres pièces internes des luminaires doivent:

- a) être verrouillés avec un dispositif qui assure automatiquement la séparation omnipolaire de la douille dès le commencement de l'ouverture de la partie protectrice, ou
- b) porter l'indication d'ouverture comme exigée par le point d) de 29.12.

Dans le cas a) ci-dessus, lorsqu'il est prévu que certaines parties autres que la douille restent sous tension après le fonctionnement du dispositif de séparation électrique, afin de réduire au minimum le risque d'explosion, ces parties sous tension doivent être protégées par:

- les distances d'isolement et les lignes de fuite entre les phases (pôles) et à la terre conformément aux exigences de la CEI 60664-1 avec une catégorie de surtension II et un degré de pollution 3, et
- une enveloppe supplémentaire intérieure qui peut être le réflecteur de la source lumineuse, qui contient les parties sous tension et fournit un degré de protection d'au moins IP 20, conformément à la CEI 60529, et
- un marquage sur l'enveloppe supplémentaire intérieure comme exigé au point h) de 29.12.

21.4 Lampes à vapeur de sodium

- Les lampes contenant du sodium métallique à l'état libre (par exemple, les lampes à vapeur de sodium à basse pression conformes à la CEI 60192) ne sont pas autorisées.
- Les lampes à vapeur de sodium à haute pression (par exemple, conformes à la CEI 60662) peuvent être utilisées.

NOTE L'utilisation de lampes contenant du sodium métallique à l'état libre n'est pas admise en raison du risque d'inflammation dû à une lampe cassée (pouvant se produire, par exemple, lors du remplacement de la lampe) si le sodium métallique à l'état libre devait entrer en contact avec de l'eau.

22 Exigences complémentaires pour lampes-chapeaux et lampes à main

22.1 Lampes-chapeaux du Groupe I

NOTE Les exigences pour les lampes-chapeaux destinées à être utilisées dans les mines grisouteuses sont données dans la CEI 62013-1, qui sera remplacée par la CEI 60079-35-1 en préparation.

22.2 Lampes-chapeaux et lampes à main du Groupe II et du Groupe III

La fuite d'électrolyte doit être empêchée, quelle que soit la position du matériel.

Lorsque la source lumineuse et son alimentation sont disposées dans des enveloppes distinctes qui ne sont pas mécaniquement associées autrement que par un câble électrique, les entrées de câbles et le câble de liaison doivent être soumis à l'essai selon A.3.1 ou A.3.2, selon le cas. L'essai doit être réalisé avec le câble à utiliser pour connecter les deux parties. Le type, les dimensions et autres informations pertinentes concernant le câble à utiliser doivent être spécifiés dans la documentation du constructeur.

23 Appareil incorporant des éléments et des batteries

23.1 Généralités

Les exigences de 23.2 à 23.12 doivent s'appliquer à tous les éléments et batteries incorporés dans l'appareil protégé contre les risques d'explosion.

23.2 Batteries

Les batteries intégrées dans un appareil protégé contre les explosions doivent être constituées uniquement d'éléments connectés en série.

23.3 Types d'éléments

Seuls les types d'éléments auxquels il est fait référence dans les normes CEI publiées relatives aux éléments, et ayant des caractéristiques connues, doivent être utilisés. Les Tableaux 11 et 12 ci-dessous énumèrent les éléments pour lesquels des normes appropriées existent ou doivent être produites.

Tableau 11 – Piles

CEI 60086-1 type	Electrode positive	Electrolyte	Electrode négative	Tension nominale (pour l'évaluation de la température de surface) à V	Tension maximale de circuit ouvert (pour l'évaluation du risque d'étincelle) à V
-	Dioxyde de manganèse (MnO ₂)	Chlorure d'ammonium, chlorure de zinc	Zinc (Zn)	1,5	1,725
A	Oxygène (O ₂)	Chlorure d'ammonium, chlorure de zinc	Zinc (Zn)	1,4	1,55
B	Monofluorure de carbone(CF) _x	Electrolyte organique	Lithium(Li)	3	3,7
C	Dioxyde de manganèse (MnO ₂)	Electrolyte organique	Lithium (Li)	3	3,7
E	Chlorure de thionyle (SOCl ₂)	Inorganique non aqueux	Lithium (Li)	3,6	3,9
F	Bisulfure de fer (FeS ₂)	Electrolyte organique	Lithium (Li)	1,5	1,83
G	Oxyde de cuivre (II) (CuO)	Electrolyte organique	Lithium (Li)	1,5	2,3
L	Dioxyde de manganèse (MnO ₂)	Hydroxyde métal alcalin	Zinc (Zn)	1,5	1,65
P	Oxygène (O ₂)	Hydroxyde métal alcalin	Zinc (Zn)	1,4	1,68
S	Oxyde d'argent (Ag ₂ O)	Hydroxyde métal alcalin	Zinc (Zn)	1,55	1,63
^a	Dioxyde de soufre (SO ₂)	Sel organique non aqueux	Lithium (Li)	3,0	3,0
^a	Mercure (Hg)	Hydroxyde métal alcalin	Zinc (Zn)	En attente de données	En attente de données

NOTE Les éléments au dioxyde de zinc/manganèse sont énumérés dans la CEI 60086-1 mais pas classifiés par une lettre type.

^a Peuvent uniquement être employés si une norme CEI sur les éléments existe.

Tableau 12 – Accumulateurs

Type de norme CEI approprié	Type	Electrolyte	Tension maximale de charge (par élément) V	Tension nominale ¹ (pour l'évaluation de la température de surface)) V	Tension de pointe de circuit ouvert (pour l'évaluation du risque d'étincelle) V
IEC 60896-11 IEC 60254 IEC 60095-1 IEC 60896-21 IEC 60952 IEC 61427 IEC 61056	Batteries stationnaires au plomb (immergées) Batteries d'accumulateur de traction au plomb Batteries d'accumulateur de démarrage au plomb Batteries stationnaires au plomb (types étanches à soupape)) Batteries d'aéronefs Accumulateurs pour les systèmes photovoltaïques Batteries d'accumulateurs au plomb acide pour usage général	Acide sulphurique (SG 1,25 à 1,32)	Jusqu'à 2,7	2,2	2,67 ^b 2,35 ^c
Type K IEC 61951-1 IEC 60623 IEC 60622	Nickel-cadmium ²	Hydroxide de potassium (SG 1,3)	1,6	1,3	1,55
^a	Nickel-fer	Hydroxide de potassium (SG1,3)	1,6	1,3	1,6
IEC 61960	Lithium	Sel organique non aqueux	Jusqu'à 4,2	3,8	4,2
IEC 61951-2	Hydrure métallique de nickel ²	Hydroxide de potassium	1,5	1,3	1,6
^a Peut être utilisé seulement s'il existe une norme CEI relative aux éléments. ^b élément humide – élément qui contient un électrolyte liquide que l'on peut réapprovisionner ^c élément sec – élément qui contient un électrolyte immobile ¹ Le chiffre de la tension comprend un facteur approprié. Les essais de montée en température sont effectués pour cette tension. ² L'industrie chimique utilise une technique d'usage courant constante de charge.					

23.4 Eléments dans une batterie

Tous les éléments d'une batterie doivent avoir le même système électrochimique, la même conception des éléments et la même capacité assignée, et doivent être fabriqués par le même fabricant.

23.5 Caractéristiques assignées des batteries

Toutes les batteries doivent être disposées et utilisées de façon à respecter les limites admissibles définies par le fabricant de l'élément ou de la batterie.

23.6 Interchangeabilité

Les piles et accumulateurs ou batteries ne doivent pas être utilisés à l'intérieur de la même enveloppe d'un appareil s'ils sont facilement interchangeables.

23.7 Charge des piles

Les piles ne doivent pas être rechargées. Lorsqu'il existe une autre source de tension à l'intérieur de l'appareil contenant des piles et qu'il y a possibilité d'interconnexion, des

mesures de prévention doivent être prises pour empêcher le courant de charge de les traverser.

23.8 Fuite

Tous les éléments doivent être fabriqués ou disposés de façon à éviter toute fuite d'électrolyte qui affecterait le mode de protection ou les composants dont dépend la sécurité.

23.9 Connexions

Seule(s) la (ou les) méthode(s) recommandée(s) par le constructeur pour établir les connexions électriques à une batterie doit(vent) être utilisée(s).

23.10 Orientation

Lorsqu'une batterie est montée à l'intérieur d'un appareil et que l'orientation de la batterie est importante pour un fonctionnement sûr, l'orientation correcte du matériel doit être indiquée à l'extérieur de l'enveloppe de l'appareil.

NOTE L'orientation correcte des batteries est souvent importante pour prévenir toute fuite d'électrolyte.

23.11 Remplacement d'éléments ou de batteries

Lorsqu'il est nécessaire que l'utilisateur remplace des éléments ou des batteries contenus dans une enveloppe, les paramètres pertinents pour permettre un remplacement correct doivent être marqués lisiblement et durablement sur l'enveloppe ou à l'intérieur de celle-ci, comme spécifié en 29.14, ou détaillé dans les instructions du constructeur conformément à 30.2. A savoir, soit le nom et la référence du fabricant, soit le système électrochimique, la tension nominale et la capacité assignée.

23.12 Ensemble de batteries remplaçables

Lorsqu'il est prévu que l'utilisateur remplace l'ensemble de batteries, ce dernier doit être marqué lisiblement et durablement à l'extérieur de l'ensemble de batteries comme détaillé en 29.14.

Les ensembles de batteries remplaçables doivent être:

- logés complètement dans l'enveloppe de l'appareil, ou
- connectés à l'appareil et être conformes aux exigences du mode de protection applicable lorsqu'ils sont déconnectés de l'appareil et doivent être marqués selon le b) du 29.12, ou
- connectés à l'appareil et utiliser un dispositif de déconnexion conforme aux exigences de l'Article 20.

Les détails relatifs au remplacement du bloc de batteries doivent être inclus dans les instructions du fabricant conformément à 30.2.

24 Documentation

Le constructeur doit élaborer les documents qui donnent une définition correcte et complète des aspects de la sécurité de l'appareil électrique vis-à-vis du risque d'explosion.

25 Conformité du prototype ou de l'échantillon avec les documents

Les prototypes ou échantillons d'appareil électrique soumis aux vérifications et aux essais de type doivent être conformes aux documents du constructeur auxquels il est fait référence à l'Article 24.

26 Essais de type

26.1 Généralités

Les prototypes ou échantillons doivent être soumis aux essais conformément aux exigences relatives aux essais de type de la présente norme et aux normes spécifiques des modes de protection concernés. Cependant, certains essais jugés inutiles peuvent être retirés du programme d'essais. La justification du renoncement à certains essais doit être documentée au même titre que l'enregistrement de tous les essais effectués.

Il n'est pas nécessaire de répéter les essais déjà effectués sur un composant Ex.

NOTE Du fait des facteurs de sécurité introduits dans les modes de protection, l'incertitude de mesure inhérente à un équipement de mesure de bonne qualité et régulièrement étalonné, est considérée n'avoir aucun effet préjudiciable significatif et ne nécessite pas d'être prise en compte lors de la réalisation des mesures nécessaires pour vérifier la conformité de l'appareil aux exigences de la partie de la CEI 60079 appropriée.

26.2 Configuration d'essai

Chaque essai doit être effectué dans la configuration de l'appareil électrique qui est considérée comme la plus défavorable.

26.3 Essais en présence de mélanges d'essai explosifs

Les essais en présence de mélanges explosifs doivent être effectués comme spécifié dans les normes correspondantes citées à l'Article 1.

NOTE La pureté des gaz et vapeurs disponibles dans le commerce est en général satisfaisante pour ces essais, mais si elle est inférieure à 95 %, il convient de ne pas les utiliser. Les effets des variations normales de la température du laboratoire et de la pression atmosphérique ainsi que ceux de la variation de l'humidité du mélange d'essai explosif sont acceptables parce qu'il a été constaté qu'ils ont un effet négligeable.

26.4 Essais des enveloppes

26.4.1 Ordre des essais

26.4.1.1 Enveloppes métalliques, parties métalliques d'enveloppes et parties en verre d'enveloppes

Les essais des enveloppes métalliques, parties métalliques d'enveloppes et parties en verre d'enveloppes doivent être réalisés dans l'ordre suivant:

- les essais de résistance au choc mécanique (voir 26.4.2);
- l'essai de chute, si applicable (voir 26.4.3);
- les essais pour degrés de protection (IP) (voir 26.4.5);
- les autres essais éventuels exigés par la présente norme;
- tout autre essai spécifique du mode de protection concerné.

Les essais doivent être réalisés sur le nombre d'échantillons spécifié par chaque méthode d'essai.

NOTE Lorsque le degré de protection IP est assuré par des matériaux d'étanchéité non métalliques, autres que le verre ou la céramique, les exigences de 26.4.1.2 s'appliquent.

26.4.1.2 Enveloppes non métalliques ou parties non métalliques d'enveloppes

Les essais des enveloppes non métalliques et parties non métalliques d'enveloppes doivent être réalisés dans l'ordre indiqué ci-après. Voir l'Annexe F pour l'organigramme qui fournit des recommandations sur l'ordre des essais.

26.4.1.2.1 Appareil électrique du Groupe I

Les essais doivent être réalisés sur des échantillons de la façon suivante:

- Quatre échantillons doivent être utilisés. Les quatre échantillons doivent tous être soumis successivement aux essais d'endurance thermique à la chaleur (voir 26.8) puis aux essais d'endurance thermique au froid (voir 26.9). Deux échantillons doivent alors être soumis aux essais de résistance au choc mécanique (voir 26.4.2), les essais étant réalisés à la « température d'essai supérieure » (voir 26.7.2). Les deux autres échantillons doivent également être soumis aux essais de résistance au choc mécanique (voir 26.4.2) puis à l'essai de chute si applicable (voir 26.4.3), les essais étant toutefois réalisés à la « température d'essai inférieure » (voir 26.7.2). Tous les joints destinés à être ouverts pendant l'installation ou le fonctionnement normal doivent être ouverts puis refermés conformément aux instructions du constructeur. Ensuite, les quatre échantillons doivent tous être soumis aux essais de degré de protection par les enveloppes (voir 26.4.5), puis aux essais appropriés spécifiques au mode de protection concerné.
- Autrement, deux échantillons uniquement peuvent être utilisés. Dans ce cas, les deux échantillons doivent être soumis aux essais d'endurance thermique à la chaleur (voir 26.8) puis aux essais d'endurance thermique au froid (voir 26.9). Les deux échantillons doivent alors être soumis aux essais de résistance au choc mécanique (voir 26.4.2), les essais étant réalisés à la « température d'essai supérieure » (voir 26.7.2). Ensuite, les deux échantillons doivent également être soumis aux essais de résistance au choc mécanique (voir 26.4.2) puis à l'essai de chute si applicable (voir 26.4.3), les essais étant toutefois réalisés à présent à la « température d'essai inférieure » (voir 26.7.2). Tous les joints destinés à être ouverts pendant l'installation ou le fonctionnement normal doivent être ouverts puis refermés conformément aux instructions du constructeur. Ensuite, les deux échantillons doivent être soumis aux essais de degré de protection par les enveloppes (voir 26.4.5) puis aux essais appropriés spécifiques au mode de protection concerné.

NOTE Comme résultat de l'essai d'endurance thermique de chacune des séquences d'essai décrites ci-dessus, une condensation peut se produire à l'intérieur de l'enveloppe. Une telle condensation peut nécessiter son retrait avant l'essai de protection contre la pénétration (IP) afin de garantir des résultats valides.

- Deux échantillons doivent être soumis aux essais de résistance aux huiles et graisses (voir 26.11), puis aux essais de résistance au choc mécanique (voir 26.4.2), puis à l'essai de chute, si applicable (voir 26.4.3), aux essais de degré de protection (IP) si applicable (voir 26.4.5), et enfin aux essais spécifiques au mode de protection concerné.
- Deux échantillons doivent être soumis aux essais de résistance aux liquides hydrauliques pour applications minières (voir 26.11), puis aux essais de résistance au choc mécanique (voir 26.4.2), puis à l'essai de chute si applicable (voir 26.4.3), aux essais de degré de protection (IP) si applicable (voir 26.4.5), et enfin aux essais spécifiques au mode de protection concerné.

Dans les procédures et les séquences d'essais décrites ci-dessus, l'objectif est de démontrer l'aptitude des matériaux non métalliques à maintenir le mode de protection spécifique cité à l'Article 1 après une exposition aux températures extrêmes et aux substances nocives susceptibles d'être rencontrées en service. Dans le but de maintenir le nombre d'essais au minimum, il n'est pas nécessaire d'effectuer tous les essais spécifiques du mode de protection sur chaque échantillon, s'il est évident qu'un échantillon n'a pas subi de dommages tels qu'ils puissent compromettre le mode de protection offert. De même, le nombre d'échantillons peut être réduit s'il est possible de réaliser en parallèle sur les deux mêmes échantillons les essais d'exposition et les essais démontrant la protection.

26.4.1.2.2 Appareil électrique du Groupe II et du Groupe III

Quatre échantillons doivent être utilisés. Les quatre échantillons doivent tous être soumis successivement aux essais d'endurance thermique à la chaleur (voir 26.8) puis aux essais d'endurance thermique au froid (voir 26.9). Deux échantillons doivent alors être soumis aux essais de résistance au choc mécanique (voir 26.4.2), les essais étant réalisés à la « température d'essai supérieure » (voir 26.7.2). Les deux autres échantillons doivent également être soumis aux essais de résistance au choc mécanique (voir 26.4.2) puis à l'essai de chute si applicable (voir 26.4.3), les essais étant toutefois réalisés à la

« température d'essai inférieure » (voir 26.7.2). Tous les joints destinés à être ouverts pendant l'installation ou le fonctionnement normal doivent être ouverts puis refermés conformément aux instructions du constructeur. Ensuite, les quatre échantillons doivent tous être soumis aux essais de degré de protection par les enveloppes (voir 26.4.5), puis aux essais appropriés spécifiques au mode de protection concerné.

Autrement, deux échantillons uniquement peuvent être utilisés. Dans ce cas, les deux échantillons doivent être soumis aux essais d'endurance thermique à la chaleur (voir 26.8) puis aux essais d'endurance thermique au froid (voir 26.9). Les deux échantillons doivent alors être soumis aux essais de résistance au choc mécanique (voir 26.4.2), les essais étant réalisés à la « température d'essai supérieure » (voir 26.7.2). Ensuite, les deux échantillons doivent également être soumis aux essais de résistance au choc mécanique (voir 26.4.2) puis à l'essai de chute si applicable (voir 26.4.3), les essais étant toutefois réalisés à présent à la « température d'essai inférieure » (voir 26.7.2). Tous les joints destinés à être ouverts pendant l'installation ou le fonctionnement normal doivent être ouverts puis refermés conformément aux instructions du constructeur. Ensuite, les deux échantillons doivent être soumis aux essais de degré de protection par les enveloppes (voir 26.4.5) puis aux essais appropriés spécifiques au mode de protection concerné.

NOTE Comme résultat de l'essai d'endurance thermique de chacune des séquences d'essai décrites ci-dessus, une condensation peut se produire à l'intérieur de l'enveloppe. Une telle condensation peut nécessiter son retrait avant l'essai de protection contre la pénétration (IP) afin de garantir des résultats valides.

26.4.2 Résistance au choc mécanique

L'appareil électrique doit être soumis à l'effet de la chute verticale d'une masse de 1 kg, tombant d'une hauteur h . La hauteur h est spécifiée dans le Tableau 13 selon l'application de l'appareil électrique. La masse doit être munie d'une pièce de frappe en acier trempé, de forme hémisphérique de 25 mm de diamètre.

Avant chaque essai, il est nécessaire de s'assurer du bon état de surface de la pièce de frappe.

L'essai de tenue aux chocs doit être réalisé sur l'appareil électrique entièrement monté et prêt à l'utilisation; néanmoins, si cela n'est pas possible (par exemple, pour les parties translucides), l'essai doit être réalisé sur les parties appropriées démontées mais fixées dans leur cadre ou dans un cadre équivalent. Les essais sur une enveloppe vide sont autorisés avec justification appropriée dans la documentation (voir Article 24).

L'essai doit être effectué sur au moins deux échantillons. Dans le cas des parties translucides en verre, l'essai doit être effectué une seule fois sur chaque échantillon. Dans tous les autres cas, l'essai doit être effectué sur chaque échantillon, à deux emplacements distincts, voir 26.4.1.

Les points d'impact doivent être les emplacements considérés comme étant les plus faibles et doivent être situés sur les parties externes qui peuvent être exposées au choc. Si l'enveloppe est protégée par une autre enveloppe, seules les parties externes de l'assemblage doivent être soumises à la résistance aux essais de tenue aux chocs.

L'appareil électrique doit être disposé sur un socle en acier, de telle sorte que la direction du choc soit perpendiculaire à la surface en essai si elle est plane ou perpendiculairement à la tangente au point d'impact si elle ne l'est pas. Le socle doit avoir une masse d'au moins 20 kg, ou être immobilisé rigidement ou inséré dans le sol, par exemple, fixé dans du béton. L'Annexe C donne un exemple de montage d'essai approprié.

Lorsque la pièce de frappe heurte l'échantillon d'essai, elle peut « rebondir » une ou plusieurs fois. La pièce de frappe ne doit pas être retirée de la surface de l'échantillon d'essai avant son immobilisation.

Tableau 13 – Essais de tenue aux chocs

	Hauteur de chute $h_{+0,01}^0$ avec une masse de $1_{+0,01}^0$ kg m			
Groupe d'appareil	Groupe I		Groupe II ou III	
Risque de danger mécanique	Elevé	Faible	Elevé	Faible
a) Enveloppes et parties externes accessibles d'enveloppes (autres que parties translucides)	2	0,7	0,7	0,4
b) Dispositifs de protection, couvercles protecteurs, capots de protection, entrées de câbles	2	0,7	0,7	0,4
c) Parties translucides sans dispositif de protection	0,7	0,4	0,4	0,2
d) Parties translucides avec dispositif de protection ayant des ouvertures individuelles de 625 mm ² à 2 500 mm ² ; voir 21.1 (essais à effectuer sans le dispositif de protection)	0,4	0,2	0,2	0,1
NOTE Un dispositif de protection pour les parties translucides ayant des ouvertures individuelles de 625 mm ² à 2 500 mm ² réduit le risque de choc, mais ne prévient pas le choc.				

Lorsque, à la demande du constructeur, un appareil électrique est soumis aux essais qui correspondent au risque de danger mécanique faible, il doit être marqué du symbole «X» pour indiquer cette condition particulière d'utilisation conformément au point e) de 29.3.

L'essai doit être effectué à une température ambiante de $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$, sauf si les caractéristiques du matériau montrent qu'il y a une réduction de la tenue aux chocs aux températures les plus basses à l'intérieur de la plage spécifiée de températures ambiantes. Dans ce cas, l'essai doit être effectué à la température d'essai la plus basse conformément à 26.7.2.

Lorsque l'appareil électrique comporte une enveloppe ou une partie d'enveloppe en matériau non métallique, y compris les capots de protection et les orifices de ventilation non métalliques dans des machines électriques tournantes, l'essai doit être effectué aux températures d'essai supérieure et inférieure, conformément à 26.7.2.

26.4.3 Essai de chute

En plus de l'essai de résistance au choc mécanique spécifié conformément à 26.4.2, l'appareil électrique tenu à la main ou porté par une personne et prêt à l'emploi, doit être laissé tomber quatre fois d'une hauteur d'au moins 1 m sur une surface horizontale en béton. La position de l'échantillon pour l'essai de chute doit être celle considérée comme étant la plus défavorable.

L'essai de chute doit être réalisé avec tous les ensembles de batteries remplaçables connectés à l'appareil.

Pour les appareils électriques dont l'enveloppe est constituée de matériau métallique, l'essai doit être effectué à une température de $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$, sauf si les caractéristiques du matériau montrent qu'il y a une réduction de la résistance au choc mécanique aux températures les plus basses à l'intérieur de la plage spécifiée de températures ambiantes. Dans ce cas, l'essai doit être effectué aux températures d'essai les plus basses conformément à 26.7.2.

Pour les appareils électriques qui ont des enveloppes ou des parties d'enveloppes en matériau non métallique, les essais doivent être effectués à la température d'essai la plus basse conformément à 26.7.2.

26.4.4 Critères d'acceptation

La résistance aux essais de choc mécanique et aux essais de chute ne doit pas provoquer de dommages susceptibles de compromettre le mode de protection de l'appareil électrique.

Les détériorations superficielles, enlèvement de peinture, bris de nervures de refroidissement ou autres éléments analogues du l'appareil électrique et enfoncements de faibles dimensions ne doivent pas être pris en considération.

Les capots de protection et les orifices de ventilation externes doivent résister aux essais sans subir de déplacement ou de déformation entraînant le frottement des pièces mobiles.

26.4.5 Degré de protection (IP) par les enveloppes

26.4.5.1 Procédure d'essai

Lorsqu'un degré de protection est exigé par la présente norme ou par d'autres parties de la présente série pour un mode de protection spécifique, les procédures d'essai doivent être conformes à la CEI 60529, à l'exception des machines électriques tournantes qui doivent être conformes à la CEI 60034-5.

Si les essais sont réalisés conformément à la CEI 60529,

- les enveloppes doivent être considérées comme appartenant à la Catégorie 1, comme spécifié dans la CEI 60529,
- les appareils ne doivent pas être sous tension,
- s'il est applicable, l'essai diélectrique spécifié dans la CEI 60529 doit être effectué sous une tension de valeur efficace $[(2 U_n + 1\ 000) \pm 10\ %]$, appliquée pendant un temps compris entre 10 s et 12 s, où U_n est la tension maximale, assignée ou interne, de l'appareil.

NOTE L' « enveloppe de Catégorie 1 » est définie dans la CEI 60529 et n'a aucune relation avec la « catégorie 1 » définie dans la Directive européenne 94/9/CE (ATEX).

Si les essais sont réalisés conformément à la CEI 60034-5,

- la machine électrique tournante ne doit pas être sous tension.

26.4.5.2 Critères d'acceptation

Pour les appareils électriques soumis aux essais conformément à la CEI 60529, les critères d'acceptation doivent être conformes à la CEI 60529, sauf si le constructeur spécifie des critères d'acceptation plus sévères que ceux décrits dans la CEI 60529, par exemple, ceux spécifiés dans une norme de produit appropriée. Dans ce cas, les critères d'acceptation de la norme de produit appropriée doivent être appliqués, sauf s'ils affectent défavorablement la protection contre les risques d'explosion.

Les critères d'acceptation de la CEI 60034-5 doivent être appliqués aux machines électriques tournantes dans la mesure où la conformité à une norme de la CEI de protection contre les risques d'explosion est applicable en plus des conditions spécifiées dans la CEI 60034-5.

Lorsqu'une norme relative à un appareil électrique pour atmosphères explosives spécifie des critères d'acceptation pour IPXX, ceux-ci doivent être appliqués à la place de ceux de la CEI 60529 ou de la CEI 60034-5.

26.5 Essais thermiques

26.5.1 Mesure de la température

26.5.1.1 Généralités

Pour l'appareil électrique pouvant normalement être utilisé dans différentes positions, la température dans chaque position doit être prise en considération. Lorsque la température n'est déterminée que pour certaines positions, l'appareil électrique doit être marqué du symbole «X» pour indiquer cette condition particulière d'utilisation conformément au point e) de 29.3.

NOTE 1 L'utilisation du symbole « X » n'est pas appropriée pour l'appareil susceptible de fonctionner dans des positions non maîtrisées. Par exemple, les lampes-chapeaux peuvent fonctionner pendant une certaine durée à des angles non prévus dans des conditions normales de fonctionnement (à la verticale) et peuvent atteindre des températures excessives.

Les dispositifs de mesure (thermomètres, thermocouples, etc.) et les câbles de raccordement doivent être choisis et disposés de façon à ne pas influencer sensiblement sur le comportement thermique de l'appareil électrique.

La température finale doit être considérée comme atteinte lorsque le gradient d'augmentation de température ne dépasse pas 2 K/h.

Pour l'appareil électrique du Groupe III évalué avec une couche de poussière conformément à 5.3.2.3.2, l'appareil à soumettre à l'essai doit être monté conformément aux instructions et entouré sur toutes les surfaces disponibles par une épaisseur de poussière au moins égale à l'épaisseur de couche spécifiée L . La mesure de la température maximale de surface doit être déterminée en utilisant une poussière d'essai ayant une conductivité thermique ne dépassant pas $0,10 \text{ W}/(\text{m}\times\text{K})$ mesurée à $(100 \pm 5) \text{ }^\circ\text{C}$.

NOTE 2 Sauf si le constructeur a spécifié une gamme de fréquences d'alimentation, il peut être supposé que des tolérances normales à la fois pour l'alimentation en utilisation et pour l'alimentation à des fins d'essai sont suffisamment faibles pour être ignorées.

NOTE 3 Certains appareils peuvent nécessiter la fourniture de dispositifs intégrés sensibles à la température pour limiter les températures.

26.5.1.2 Température de service

L'essai consistant à déterminer les températures de service doit être effectué à la tension assignée de l'appareil électrique, sans toutefois tenir compte des dysfonctionnements.

La température du point le plus chaud de toute enveloppe ou partie d'enveloppe non métallique dont dépend le mode de protection (voir 7.1) doit être déterminée.

Lorsque la tension d'entrée n'affecte pas directement la montée en température de l'appareil ou du composant Ex, comme une borne ou un interrupteur, le courant d'essai doit être porté à 100 % du courant assigné.

NOTE Lorsque la caractéristique assignée du matériel constitue une plage (par exemple, 100-250 V), il convient d'effectuer les essais avec la valeur la plus élevée ou la plus faible de la plage, selon la valeur qui entraîne la montée en température la plus élevée.

26.5.1.3 Température maximale de surface

L'essai pour déterminer la température maximale de surface doit être réalisé sous les caractéristiques assignées les plus défavorables avec une tension d'entrée comprise entre 90 % et 110 % de la tension assignée de l'appareil électrique qui donne la température maximale de surface.

Pour les machines électriques tournantes, la détermination de la température maximale de surface peut également être réalisée sous la tension d'essai la plus défavorable dans la « Zone A » définie par la CEI 60034-1. Dans ce cas, l'appareil doit être marqué avec le symbole « X » conformément au point e) de 29.3 et la condition particulière d'utilisation doit indiquer que la détermination de la température maximale de surface est basée sur le fonctionnement dans la « zone A » (CEI 60034-1), typiquement $\pm 5\%$ de la tension assignée. Pour les machines électriques fonctionnant avec un convertisseur, la variation de la tension d'essai, pour la détermination de la température maximale de surface, doit être appliquée au système moteur-convertisseur dans son ensemble, c'est-à-dire appliquée à l'entrée du convertisseur, et non à l'entrée du moteur. Voir l'Annexe E pour les informations supplémentaires concernant les essais de montée en température des machines électriques tournantes.

Lorsque la tension d'entrée n'affecte pas directement la montée en température de l'appareil ou du composant Ex (par exemple une borne ou un interrupteur), le courant d'essai doit être porté à 110 % du courant assigné.

Les essais pour déterminer la température maximale de surface doivent être effectués sans tenir compte des dysfonctionnements à moins que des dysfonctionnements spécifiques soient spécifiés par les exigences relatives au mode de protection spécifique.

NOTE 1 Lorsque la caractéristique assignée du matériel constitue une plage (par exemple, 100-250 V), il convient d'effectuer l'essai avec une valeur égale à 90 % de la valeur la plus faible de la plage ou avec une valeur égale à 110 % de la valeur la plus élevée de la plage, selon la valeur qui entraîne la montée en température la plus élevée.

NOTE 2 Sauf si le constructeur a spécifié une gamme de fréquences d'alimentation, il peut être supposé que des tolérances normales à la fois pour l'alimentation en utilisation et pour l'alimentation à des fins d'essai sont suffisamment faibles pour être ignorées.

NOTE 3 Les variations de la tension à l'entrée du convertisseur n'entraînent pas directement de variations de la tension à la sortie du convertisseur, en raison des propriétés de régulation de la tension d'un convertisseur.

La température maximale de surface mesurée ne doit pas dépasser:

- pour un matériel électrique du Groupe I, les valeurs données en 5.3.2.1,
- pour un matériel électrique du Groupe II soumis aux essais de type de détermination de la température maximale de surface, la température ou la classe de température marquée, diminuée de 5 K pour les classes de température T6, T5, T4 et T3 (ou températures marquées $\leq 200\text{ °C}$) et diminuée de 10 K pour les classes de température T2 et T1 (ou températures marquées $> 200\text{ °C}$); alternativement, pour un matériel de Groupe II soumis à des essais individuels de détermination de la température maximale de surface, la température ou la classe de température marquée sur l'appareil électrique,
- pour un matériel électrique du Groupe III, les valeurs assignées, voir 5.3.2.3.

26.5.2 Essai de choc thermique

Les parties en verre des luminaires et des regards de l'appareil électrique doivent résister sans rupture à un choc thermique provoqué par un jet d'eau de 1 mm de diamètre environ, l'eau étant à une température de (10 ± 5) °C et la température des parties étant au moins égale à la température maximale de service.

NOTE Ce « jet d'eau » est fréquemment appliqué à l'aide d'une petite seringue ($\sim 10\text{cm}^3$), la température de l'eau étant de 10 °C. Il est considéré que ni la distance d'application du jet et ni la pression d'application n'ont une influence significative sur les résultats.

26.5.3 Essai d'inflammation de petits composants (Groupe I et Groupe II)

26.5.3.1 Généralités

Pour démontrer qu'un petit composant ne doit pas provoquer par échauffement l'inflammation d'un mélange inflammable conformément au point a) de 5.3.3, ledit composant doit être soumis à l'essai en présence d'un mélange gaz/air spécifié comme décrit en 26.5.3.2.

26.5.3.2 Procédure

L'essai doit être effectué avec le composant soit

- monté sur l'appareil comme prévu et des mesures de prévention doivent être prises pour s'assurer que le mélange d'essai est en contact avec le composant, ou
- monté sur un modèle qui garantit des résultats représentatifs. Dans ce cas, la simulation doit tenir compte de l'effet des autres parties de l'appareil au voisinage du composant en essai et qui modifient la température du mélange et de l'écoulement du mélange autour du composant par suite de la ventilation et des effets thermiques.

Le composant doit être soumis à l'essai dans des conditions normales de fonctionnement, ou dans les conditions de dysfonctionnement spécifiées dans la norme applicable au mode de protection, qui conduit à la valeur la plus élevée de température de surface. L'essai doit être prolongé soit jusqu'à ce que l'équilibre thermique du composant et des parties environnantes soit atteint, ou jusqu'à ce que la température du composant chute. Lorsque la défaillance du composant produit une chute de température, l'essai doit être répété cinq fois en utilisant cinq échantillons supplémentaires du composant. Lorsque, dans des conditions normales de fonctionnement ou dans les conditions de dysfonctionnement spécifiées dans la norme applicable au mode de protection, la température de plus d'un composant dépasse la classe de température de l'appareil, l'essai doit être effectué avec tous ces composants à leur température maximale.

La marge de sécurité exigée en 5.3.3 doit être obtenue soit en augmentant la température ambiante de l'essai en cours, soit, lorsque cela est possible, en augmentant de la marge nécessaire la température du composant en essai et des autres surfaces adjacentes concernées.

Pour le Groupe I, le mélange d'essai doit être homogène et compris entre 6,2 % et 6,8 % en volume de méthane et d'air.

Pour le classement en température T4, le mélange doit être

- a) un mélange homogène compris entre 22,5 % et 23,5 % en volume d'éther diéthylique et d'air, ou
- b) un mélange d'éther diéthylique et d'air obtenu en permettant à une petite quantité d'éther diéthylique de s'évaporer dans une chambre d'essai pendant que l'essai d'inflammation est en cours de réalisation.

Pour les autres classes de température, le choix de mélanges d'essai appropriés doit être laissé à l'initiative de l'organisme d'essai.

26.5.3.3 Critères d’acceptation

L’apparition d’une flamme froide doit être considérée comme une inflammation. L’inflammation doit être détectée visuellement ou par une mesure de la température, par exemple, à l’aide d’un thermocouple.

Si aucune inflammation ne se produit au cours d’un essai, la présence du mélange inflammable doit être vérifiée en enflammant le mélange par tout autre moyen.

26.6 Essai de rotation pour les traversées

26.6.1 Procédure d’essai

Les traversées utilisées comme éléments de raccordement et qui sont soumises à un couple lors du raccordement ou de la déconnexion des conducteurs doivent être soumises à un essai de rotation.

Une fois montée, la tige de la traversée ou la traversée proprement dite doit être soumise à un couple dont la valeur est donnée dans le Tableau 14.

Tableau 14 – Couple à appliquer à la tige des traversées utilisées comme éléments de raccordement

Diamètre de la tige des traversées	Couple Nm
M 4	2,0
M 5	3,2
M 6	5
M 8	10
M 10	16
M 12	25
M 16	50
M 20	85
M 24	130

NOTE Les valeurs de couple pour les dimensions autres que celles spécifiées ci-dessus peuvent être déterminées à partir d’un graphique dont le tracé utilise ces valeurs. De plus, le graphique peut être extrapolé pour permettre de déterminer des valeurs de couple pour des tiges de traversées de plus grandes dimensions que celles spécifiées.

26.6.2 Critères d’acceptation

Une fois montées, ni la tige de la traversée ni la traversée proprement dite ne doivent tourner lorsque la tige est soumise à un couple.

26.7 Enveloppes non métalliques ou parties non métalliques d’enveloppes

26.7.1 Généralités

Outre les essais pertinents spécifiés de 26.1 à 26.6, les enveloppes non métalliques doivent également satisfaire aux exigences de 26.8 à 26.15 selon le cas. Les essais spécifiés de 26.10 à 26.15 sont des essais indépendants effectués sur des échantillons distincts dont il n’est pas nécessaire qu’ils fassent partie intégrante de la séquence d’essais dédiés aux enveloppes, voir 26.4. Les parties non métalliques des enveloppes doivent être soumises aux essais avec la totalité de l’enveloppe ou avec un modèle représentatif de l’enveloppe.

26.7.2 Températures d'essai

Lorsque, conformément à la présente norme ou aux normes spécifiques citées à l'Article 1, des essais doivent être effectués en fonction des températures de service supérieure et inférieure admissibles, ces températures d'essai doivent être

- pour la température supérieure, la température maximale de service (voir 5.2) augmentée d'au moins 10 K et d'au plus 15 K,
- pour la température inférieure, la température minimale de service (voir 5.2) diminuée d'au moins 5 K et d'au plus 10 K.

26.8 Endurance thermique à la chaleur

L'endurance thermique à la chaleur doit être déterminée en soumettant les enveloppes ou parties d'enveloppes en matériaux non métalliques dont dépend l'intégrité du mode de protection, à des essais comme définis dans le Tableau 15.

Tableau 15 – Essai d'endurance thermique

Température de service Ts	Condition d'essai	Condition d'essai alternative
Ts ≤ 70 °C	672 ⁰ ₊₃₀ h à une humidité relative de (90 ± 5) %, avec une température Ts + 20 ± 2 K (mais non inférieure à une température d'essai de 80 °C)	
70 °C < Ts ≤ 75 °C	672 ⁻⁰ ₊₃₀ h à une humidité relative de (90 ± 5) %, avec une température Ts + 20 ± 2 K	504 ⁻⁰ ₊₃₀ h à une humidité relative de (90 ± 5) %, avec une température de (90 ± 2) °C suivie d'une période de 336 ⁻⁰ ₊₃₀ h à l'état sec avec une température Ts + 20 ± 2 K
Ts > 75 °C	336 ⁻⁰ ₊₃₀ h à une humidité relative de (90 ± 5) %, avec une température de (95 ± 2)°C suivie d'une période de 336 ⁻⁰ ₊₃₀ h à l'état sec avec une température Ts + 20 ± 2 K	504 ⁻⁰ ₊₃₀ h à une humidité relative de (90 ± 5) %, avec une température de (90 ± 2) °C suivie d'une période de 336 ⁻⁰ ₊₃₀ h à l'état sec avec une température Ts + 20 ± 2 K
Ts est la température définie en 5.2 et NE DOIT PAS inclure l'élévation citée en 26.7.2.		

A la fin de l'essai et conformément au Tableau 15, les enveloppes ou parties d'enveloppes en matériaux non métalliques qui ont été soumises à l'essai doivent cette fois être soumises à une température de (20 ± 5) °C avec une humidité relative de (50 ± 10) % pendant 24⁰₊₄₈ h,

cette période d'essai étant immédiatement suivie de l'essai d'endurance thermique au froid (26.9).

NOTE Les valeurs d'essai données dans le Tableau 15 incluent deux conditions d'essai. Les conditions indiquées dans la 2^{ème} colonne du tableau sont celles utilisées dans les éditions précédentes de la présente norme et permettent aux résultats d'essai précédents de rester valables pour la présente édition. Les conditions indiquées dans la 3^{ème} colonne du tableau ont été ajoutées pour permettre d'effectuer des essais aux conditions de température/humidité réalisées plus facilement, bien que la durée d'essai soit plus longue.

NOTE Il est généralement admis que les matériaux en verre et en céramique ne sont pas affectés de façon défavorable par l'essai d'endurance thermique à la chaleur, les essais pouvant par ailleurs ne pas être nécessaires.

26.9 Endurance thermique au froid

L'endurance thermique au froid doit être déterminée en soumettant les enveloppes ou parties d'enveloppes en matériaux non métalliques dont dépend le mode de protection, à un séjour de 24 h_{+2}^0 à une température ambiante correspondant à la température minimale de service diminuée selon 26.7.2.

NOTE Il est généralement admis que les matériaux en verre et en céramique ne sont pas affectés de façon défavorable par l'essai d'endurance thermique au froid, les essais pouvant par ailleurs ne pas être nécessaires.

26.10 Résistance à la lumière

26.10.1 Procédure d'essai

L'essai doit être effectué sur six éprouvettes de dimensions normalisées de $(80 \pm 2) \text{ mm} \times (10 \pm 0,2) \text{ mm} \times (4 \pm 0,2) \text{ mm}$ conformément à l'ISO 179. Ces éprouvettes doivent être préparées dans des conditions identiques à celles de la fabrication de l'enveloppe concernée; ces conditions doivent être mentionnées dans le rapport d'essai de l'appareil électrique.

NOTE 1 Six éprouvettes supplémentaires peuvent être exigées pour permettre de déterminer la résistance à la flexion sous impact des échantillons non exposés.

En général, l'essai doit être effectué conformément à l'ISO 4892-2 dans une enceinte d'exposition comportant une lampe au xénon et un système de filtres simulant la lumière solaire. L'échantillon doit être exposé, sans cycle, en atmosphère sèche et à une température normalisée du noir de $(65 \pm 3) \text{ °C}$ ou à une température du tableau noir de $(55 \pm 3) \text{ °C}$, sur une durée comprise entre 1000 h et 1025 h.

NOTE 2 La valeur de 65 °C de la température normalisée du noir est choisie pour assurer la compatibilité avec les essais effectués sur un matériel conçu spécifiquement pour fonctionner conformément à l'ISO 4892-2. La valeur de 55 °C de la température du tableau noir est choisie pour assurer la compatibilité avec les résultats obtenus pour les éditions précédentes de la CEI 60079-0. Selon l'ISO 4892-2, les deux conditions sont presque identiques, mais il peut exister des différences mineures, trop petites pour être pertinentes en ce qui concerne l'objet de cet essai.

Lorsqu'il n'est pas possible de préparer les échantillons pour essai conformément à l'ISO 179 du fait de la nature du matériau non métallique, un essai de remplacement doit être permis, ses justifications étant établies dans le rapport d'essai de l'appareil électrique.

26.10.2 Critères d'acceptation

Le critère d'évaluation est la résistance à la flexion sous impact conformément à l'ISO 179. La résistance à la flexion sous impact après l'exposition, dans le cas d'un impact sur la surface exposée, doit être d'au moins 50 % de la valeur correspondante mesurée sur les éprouvettes non exposées. Pour les matériaux dont la résistance à la flexion sous impact ne peut pas être déterminée avant l'exposition du fait qu'aucune rupture ne s'est produite, trois éprouvettes au plus, parmi les éprouvettes exposées, doivent pouvoir se rompre.

26.11 Résistance aux agents chimiques de l'appareil électrique du Groupe I

Les enveloppes non métalliques et parties non métalliques d'enveloppes doivent être soumises aux essais de résistance aux agents chimiques suivants:

- huiles et graisses;
- fluides hydrauliques pour applications minières.

Les essais correspondants doivent être effectués sur quatre échantillons d'enveloppe rendus étanches pour empêcher l'entrée des liquides d'essai à l'intérieur de l'enveloppe:

- deux échantillons doivent séjourner pendant $(24 \pm 2) \text{ h}$ dans de l'huile n° 2 selon l'annexe «Liquides de référence» de l'ISO 1817, à une température de $(50 \pm 2) \text{ °C}$;

- les deux autres échantillons doivent séjourner pendant (24 ± 2) h dans un fluide hydraulique résistant au feu, destiné à une utilisation à des températures comprises entre -20 °C et $+60$ °C, contenant une solution aqueuse de polymères dans 35 % d'eau à une température de (50 ± 2) °C.

A la fin de l'essai, les échantillons d'enveloppe concernés doivent être retirés du bain de liquide, essuyés avec précaution, puis stockés pendant (24 ± 2) h dans l'atmosphère du laboratoire. Ensuite, chacun des échantillons d'enveloppe doit satisfaire aux essais d'enveloppes spécifiés en 26.4.

Si un ou plusieurs des échantillons d'enveloppe ne résistent pas à ces essais d'enveloppes après avoir été exposés à un ou plusieurs des agents chimiques, l'enveloppe doit être marquée du symbole «X», pour indiquer cette condition particulière d'utilisation conformément au point e) de 29.3, c'est-à-dire l'exclusion de l'exposition à des agents chimiques spécifiques pendant l'utilisation.

26.12 Continuité de terre

Le matériau à partir duquel l'enveloppe est construite peut être soumis à l'essai comme une enveloppe complète, une partie d'enveloppe, ou comme un échantillon du matériau à partir duquel l'enveloppe est construite, à condition que les dimensions critiques appropriées de l'échantillon soient les mêmes que celles de l'enveloppe.

L'entrée de câble doit être représentée par une éprouvette de diamètre (nominal) de 20 mm en laiton ($\text{CuZn}_{39}\text{Pb}_3$ ou $\text{CuZn}_{38}\text{Pb}_4$) portant un filetage métrique ISO avec une classe de tolérance 6g et un pas de 1,5 mm conformément à la CEI 60423. La longueur de l'éprouvette doit permettre de s'assurer qu'au moins un filet entier reste libre à chaque extrémité lorsqu'elles sont assemblées comme l'illustre le diagramme.

Des plaques de terre complètes ou des parties de plaques de terre destinées à être utilisées avec l'enveloppe doivent être employées pour les besoins de cet essai. Un trou non taraudé doit être pratiqué dans la plaque de terre aux fins de l'essai et doit avoir un diamètre compris entre 22 mm et 23 mm. La méthode d'assemblage doit assurer que le filetage de la vis de l'éprouvette n'est pas en contact direct avec l'intérieur du trou non taraudé.

Les écrous de serrage doivent être en laiton ($\text{CuZn}_{39}\text{Pb}_3$ ou $\text{CuZn}_{38}\text{Pb}_4$) et doivent avoir un filetage métrique ISO avec une classe de tolérance 6H et un pas de 1,5 mm conformément à la CEI 60423. L'épaisseur des écrous doit être de 3 mm (nominale) et la dimension le long des plats doit être au maximum de 27 mm.

Les composants sont assemblés comme l'illustre la Figure 4. Le couple appliqué à chaque paire d'écrous à tour de rôle doit être de 10 Nm (± 10 %).

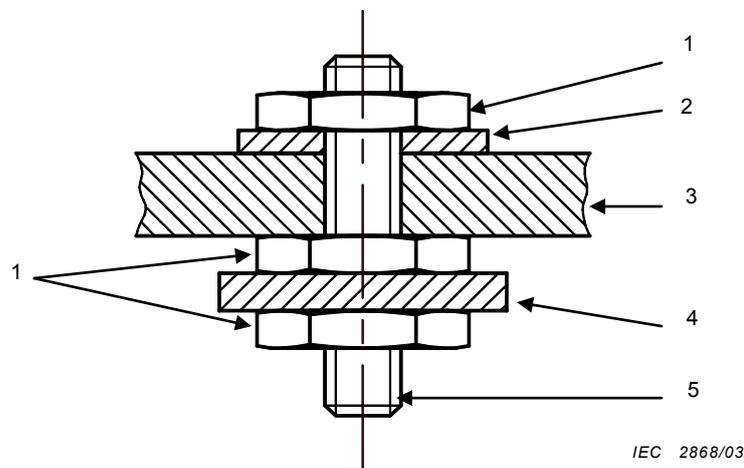
Le trou dans la paroi (ou partie de la paroi ou de l'échantillon pour essai) peut être un simple trou traversant ou un trou percé ayant une forme de filet compatible avec la tige pour essai.

Après que l'échantillon pour essai a été assemblé, il doit être soumis aux conditions pour l'essai d'endurance thermique à la chaleur comme décrit en 26.8.

Cela doit être suivi d'une période supplémentaire de 14 jours dans une étuve à air chaud à une température de 80 °C.

A l'issue du conditionnement, la résistance entre les plaques de terre ou les parties de plaques de terre doit être calculée en passant un courant direct de 10 A à 20 A entre les plaques de terre et en mesurant la chute de tension entre elles.

Le matériau non métallique qui a été soumis aux essais de cette façon est jugé satisfaisant si la résistance entre les plaques de terre ou parties de plaques de terre ne dépasse pas $5 \times 10^{-3} \Omega$.



Composants

- 1 écrou
- 2 plaque de terre
- 3 paroi d'enveloppe (non métallique)
- 4 plaque de terre ou partie de plaque de terre
- 5 tige pour essai

Figure 4 – Assemblage d'échantillon pour essai pour l'essai de continuité de terre

26.13 Vérification de la résistance de surface de parties d'enveloppes en matériaux non métalliques

La résistance de surface doit être vérifiée sur les parties d'enveloppes si leurs dimensions le permettent ou sur une éprouvette constituée par une plaque rectangulaire de dimensions conformes aux indications de la Figure 5. L'éprouvette doit avoir une surface intacte et propre sur laquelle deux électrodes parallèles sont peintes à l'aide d'une peinture conductrice dont le solvant ne doit avoir aucun effet significatif sur la résistance de surface.

L'éprouvette doit être nettoyée à l'eau distillée puis à l'alcool isopropylique (ou au moyen de tout autre solvant miscible à l'eau et n'altérant pas le matériau de l'éprouvette ou les électrodes), puis de nouveau à l'eau distillée avant d'être séchée. Elle doit ensuite, sans avoir été touchée à main nue, être conditionnée pendant au moins 24 h à $(23 \pm 2) ^\circ\text{C}$ et avec une humidité relative de $(50 \pm 5) \%$ ou de $(30 \pm 5) \%$, selon le cas (Voir 7.4.2.a). L'essai doit être effectué dans les mêmes conditions ambiantes.

La tension continue appliquée pendant (65 ± 5) s entre les électrodes doit être de (500 ± 10) V.

Pendant l'essai, la tension doit être suffisamment stable pour que le courant de charge apparaissant lorsque la tension varie ait une valeur négligeable par rapport à celle du courant qui traverse l'éprouvette.

La résistance de surface s'exprime par le rapport de la tension continue appliquée aux électrodes sur le courant global qui passe entre elles.

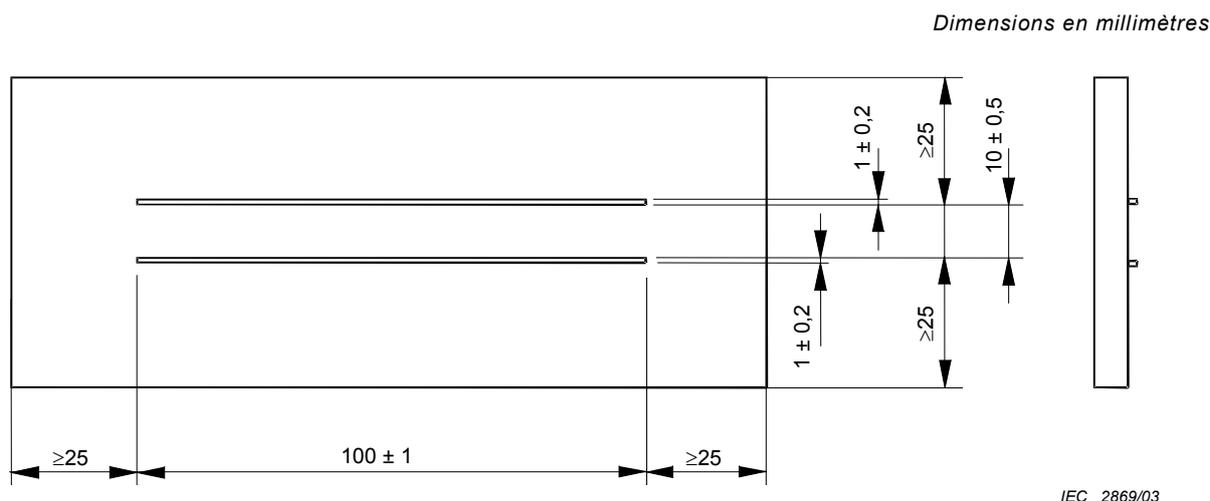


Figure 5 – Epreuve avec électrodes peintes

26.14 Mesure de la capacité

26.14.1 Généralités

L'essai doit être effectué sur un échantillon complètement assemblé de l'appareil électrique. Il n'est pas nécessaire de soumettre au préalable l'échantillon aux essais relatifs aux enveloppes. L'échantillon doit être conditionné dans une chambre de conditionnement climatique pendant au moins 1 h à une température de $(23 \pm 2) ^\circ\text{C}$ et à une humidité relative de $(50 \pm 5) \%$. L'échantillon en essai doit être placé sur une plaque métallique non reliée à la terre dont la surface est nettement supérieure à celle de l'échantillon pour essai. Si l'échantillon doit reposer sur un appui, il peut être maintenu en position à l'aide de mâchoires ou de pinces (de préférence en plastique), mais ne doit pas être tenu à la main. Les autres appareils électriques doivent être tenus à la plus grande distance possible de l'échantillon pour essai. Les fils de connexion doivent être les plus courts possibles. Les positions des échantillons doivent être telles que le point de mesure métallique exposé mesuré soit le plus proche possible de la plaque métallique non reliée à la terre sans être en contact avec cette dernière. Toutefois, si la partie métallique externe est en contact électrique avec les parties métalliques internes, la capacité doit être mesurée dans toutes les positions de l'appareil afin de s'assurer que la capacité maximale a été déterminée.

NOTE Il convient d'éviter les plaques métalliques dont la surface peut s'oxyder, dans la mesure où elles sont susceptibles de générer des résultats erronés.

26.14.2 Procédure d'essai

La capacité entre chaque partie métallique exposée de l'échantillon pour essai et la plaque métallique doit être mesurée. Relier le câble de mesure négatif du capacimètre à la plaque métallique non reliée à la terre. Il convient de tenir le câble de mesure positif du capacimètre à la plus grande distance possible de la plaque métallique.

NOTE 1 Un capacimètre alimenté par batterie peut être nécessaire pour garantir des relevés stables.

NOTE 2 Si les câbles de mesure ne peuvent pas accéder facilement à une partie métallique, il est possible d'insérer une vis pour étirer la pièce et générer un point de mesure. Il convient que la vis ne soit en contact électrique avec aucune autre partie métallique interne.

NOTE 3 Il convient de réduire la capacité parasite au minimum. Il convient de tenir les autres appareils électriques à la plus grande distance possible.

La procédure de mesure de la capacité est la suivante:

- a) Positionner la sonde de mesure positive du capacimètre à une distance de 3 à 5 mm du point de mesure métallique. Enregistrer la valeur de cette capacité parasite dans l'air à la valeur pF la plus proche.
- b) Placer le câble de mesure positif du capacimètre en contact avec le point de mesure métallique et enregistrer la valeur de la capacité à la valeur pF la plus proche.
- c) Calculer la différence entre les mesures effectuées aux étapes a) et b), et enregistrer la valeur obtenue.
- d) Répéter les étapes a) à c) deux fois pour chaque point de mesure.
- e) Calculer la capacité moyenne à partir des trois mesures obtenues.

26.15 Vérification des caractéristiques assignées des ventilateurs d'aération

Le ventilateur doit être fourni avec la tension assignée et avec la contre-pression spécifiée, lorsqu'elle existe. La puissance, le courant et la vitesse de rotation maximum doivent être mesurés et doivent satisfaire aux valeurs assignées du ventilateur. Les valeurs assignées du moteur et des autres parties électriques éventuelles du ventilateur ne doivent pas être dépassées.

26.16 Qualification alternative pour les joints toriques d'étanchéité en élastomère

L'épaisseur t_0 du joint d'étanchéité est mesurée à une température de $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$. Le joint est ensuite comprimé comme prévu dans l'enveloppe de l'appareil complet ou sur le montage d'essai.

Le joint d'étanchéité comprimé est alors soumis aux essais d'endurance thermique à la chaleur (26.8), puis aux essais d'endurance thermique au froid (26.9). Le joint d'étanchéité doit ensuite être retiré de l'adaptateur, ou du matériel, et être maintenu pendant au moins $24 \text{ h } \begin{smallmatrix} 0 \\ +2 \end{smallmatrix}$ à une température de $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$ avant de mesurer l'épaisseur t_1 du joint torique.

La valeur de rémanence à la compression c doit être calculée comme suit:

$$c = (t_0 - t_1) / (t_0 - t_S) \times 100$$

t_0 est l'épaisseur initiale du joint d'étanchéité mesurée à une température de $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$.

t_S est l'épaisseur du joint d'étanchéité comprimé comme prévu dans l'appareil.

t_1 est l'épaisseur du joint d'étanchéité mesurée à une température de $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$ après l'épreuve d'endurance thermique.

NOTE La valeur de rémanence à la compression décrit l'aptitude du joint d'étanchéité à retrouver sa dimension initiale après avoir été soumis à la compression.

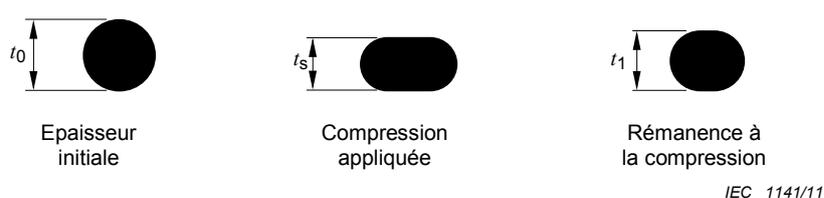


Figure 6 – Rémanence à la compression d'un joint torique

27 Essais individuels

Le constructeur doit également effectuer les essais individuels éventuels exigés par toutes les normes citées dans l'Article 1, ayant été utilisées pour le contrôle et les essais de l'appareil.

28 Responsabilité du constructeur

28.1 Conformité à la documentation

Le constructeur doit effectuer les vérifications ou essais nécessaires pour s'assurer que l'appareil électrique produit est conforme à la documentation.

NOTE Ce paragraphe n'exige pas une inspection individuelle à 100 % des composants. Les méthodes statistiques peuvent être utilisées pour la vérification de la conformité.

28.2 Certificat

Le constructeur doit élaborer, ou avoir élaboré, un certificat confirmant que l'appareil est conforme aux exigences de la présente norme, ainsi qu'aux autres parties applicables et aux normes complémentaires mentionnées à l'Article 1. Le certificat peut être relatif à un matériel Ex ou à un composant Ex.

Un certificat de composant Ex (identifié par le symbole suffixe « U » du numéro de certificat) est préparé pour les parties d'appareil qui sont incomplètes et exigent une évaluation supplémentaire avant d'être intégrées à l'appareil Ex. Le certificat de composant Ex peut comporter une Liste des limitations qui décrit en détail l'évaluation complémentaire spécifique requise comme partie intégrante de l'intégration à l'appareil Ex. Un certificat de composant Ex doit préciser qu'il n'est pas un certificat d'appareil Ex.

28.3 Responsabilité du marquage

Par le marquage d'un appareil électrique conformément à l'Article 29, le constructeur atteste sous sa propre responsabilité que

- l'appareil électrique a été construit conformément aux exigences applicables des normes appropriées en matière de sécurité,
- les vérifications et essais individuels mentionnés en 28.1 ont été effectués avec succès et que le produit est conforme à la documentation.

29 Marquage

29.1 Applicabilité

Il est essentiel que le système de marquage indiqué ci-après soit appliqué uniquement à l'appareil électrique ou aux composants Ex qui répondent aux normes applicables aux modes de protection cités à l'Article 1.

29.2 Emplacement

L'appareil électrique doit être marqué lisiblement sur sa partie principale extérieure, et le marquage doit être visible avant l'installation de l'appareil.

NOTE 1 Il convient d'apposer le marquage en un emplacement susceptible d'être visible après l'installation de l'appareil.

NOTE 2 Lorsque le marquage est situé sur une partie amovible de l'appareil, une copie du marquage placée à l'intérieur de l'appareil peut être utile pendant l'installation et la maintenance en permettant de ne pas confondre des matériels similaires. Voir 29.11 pour des recommandations supplémentaires pour les appareils extrêmement petits et les composants Ex.

29.3 Généralités

Le marquage doit inclure ce qui suit:

- a) la marque déposée du constructeur ou sa marque commerciale déposée;
- b) la désignation du type donnée par le constructeur;
- c) un numéro de série, sauf pour:
 - les éléments de raccordement (entrées de câbles, élément d'obturation, plaque intermédiaire d'adaptation et traversée);
 - les très petits appareils électriques sur lesquels l'espace est limité;
 (Le numéro de lot peut être considéré comme une alternative au numéro de série.)
- d) le nom ou le sigle de l'émetteur du certificat et la référence du certificat dans le format suivant: les deux derniers chiffres de l'année du certificat suivis par un « . », lui-même suivi par une référence unique du certificat dans l'année, en quatre caractères;

NOTE 1 Pour la certification établie par certains organismes tiers régionaux, un autre signe de séparation, tel que « ATEX », peut se substituer au caractère de séparation « . ».

- e) s'il se révèle nécessaire d'indiquer des conditions particulières d'utilisation, le symbole « X » doit être placé après la référence du certificat. Un marquage d'avertissement peut figurer sur l'appareil comme alternative à l'exigence de marquage « X »;

NOTE 2 Le marquage d'avertissement peut prendre la forme d'une référence spécifique à un document spécifique d'instruction contenant les informations détaillées.

NOTE 3 Il convient que le constructeur s'assure que les exigences pour les conditions particulières d'utilisation sont transmises au client en même temps que toute autre information pertinente.

- f) le marquage spécifique Ex pour les atmosphères explosives gazeuses, voir 29.4, ou pour les atmosphères explosives de poussières, voir 29.5. Les marquages Ex pour les atmosphères explosives gazeuses et ceux pour les atmosphères explosives de poussières doivent être séparés et non combinés; voir 29.13 pour un système alternatif de marquage permettant de combiner certains éléments des marquages décrits en 29.4 ou 29.5, ce qui donne un marquage Ex plus concis.
- g) tout marquage complémentaire exigé dans les normes spécifiques aux modes de protection concernés, comme spécifié dans l'Article 1.

NOTE 4 Un marquage complémentaire peut être exigé par les normes de sécurité industrielle applicables pour la construction de l'appareil électrique.

29.4 Marquage Ex pour les atmosphères explosives gazeuses

Le marquage Ex doit inclure ce qui suit:

- a) le symbole Ex, qui indique que l'appareil électrique correspond à un ou plusieurs modes de protection qui sont l'objet des normes spécifiques énumérées dans l'Article 1;
- b) le symbole de chaque mode (ou niveau) de protection utilisé:
 - « d »: enveloppe antidéflagrante, (pour EPL Gb ou Mb)

- « e »: sécurité augmentée, (pour EPL Gb ou Mb)
- « ia » sécurité intrinsèque, (pour EPL Ga ou Ma)
- « ib » sécurité intrinsèque, (pour EPL Gb ou Mb)
- « ic » sécurité intrinsèque, (pour EPL Gc)
- « ma »: encapsulage, (pour EPL Ga ou Ma)
- « mb »: encapsulage, (pour EPL Gb ou Mb)
- « mc »: encapsulage, (pour EPL Gc)
- « nA »: sans étincelles, (pour EPL Gc)
- « nC »: protégé contre les étincelles, (pour EPL Gc)
- « nR »: respiration limitée, (pour EPL Gc)
- « o »: immersion dans l'huile, (pour EPL Gb)
- « pv »: pressurisation, (pour EPL Gb ou Gc)
- « px »: surpression interne, (pour EPL Gb ou Mb)
- « py »: surpression interne, (pour EPL Gb)
- « pz »: surpression interne, (pour EPL Gc)
- « q »: remplissage pulvérulent, (pour EPL Gb ou Mb)

c) le symbole du groupe:

- I pour l'appareil électrique destiné aux mines grisouteuses;
- IIA, IIB ou IIC pour l'appareil électrique destiné à des lieux en atmosphère explosive gazeuse autres que les mines grisouteuses.

Lorsque l'appareil électrique est destiné uniquement à une utilisation dans un gaz particulier, la formule chimique ou le nom de ce gaz entre parenthèses.

Lorsque l'appareil électrique est destiné à être utilisé dans un gaz particulier, outre le fait qu'il convienne à une utilisation dans un Groupe spécifique d'appareil électrique, la formule chimique doit suivre le Groupe et être séparée par le symbole «+», par exemple, «IIB + H₂»;

NOTE 1 Les appareils marqués «IIB» conviennent pour les applications exigeant des appareils du Groupe IIA. De même, les appareils marqués «IIC» conviennent pour des applications exigeant des matériels des Groupes IIA et IIB.

d) pour l'appareil électrique du Groupe II, le symbole indiquant la classe de température. Lorsque le constructeur souhaite spécifier une température maximale de surface entre deux classes de températures, il peut le faire en marquant cette température maximale de surface en degrés Celsius uniquement, ou en marquant à la fois cette température maximale de surface en degrés Celsius et, entre parenthèses, la prochaine classe de température la plus élevée, par exemple, T1 ou 350 °C ou 350 °C (T1).

L'appareil électrique du Groupe II présentant une température maximale de surface supérieure à 450 °C doit porter uniquement l'inscription de la température maximale de surface en degrés Celsius, par exemple, 600 °C.

Lorsque l'appareil électrique du Groupe II comprend plusieurs classes de température, par exemple, pour des plages de températures ambiantes multiples, et lorsque la pratique ne permet pas d'intégrer au marquage toutes les informations, ou lorsqu'il existe des sources externes de chaleur/ refroidissement (voir 5.1.2);

- toutes les informations concernant les classes de température doivent être incluses dans le certificat et le marquage doit comporter le symbole « X » pour indiquer cette condition particulière d'utilisation selon le point e) de 29.3, et
- la plage de classes de température doit être mentionnée dans le marquage, les limites inférieure et supérieure de la classe de température devant être séparées par « ... », par exemple, "T6...T3".

L'appareil électrique du Groupe II, marqué pour une utilisation dans un gaz particulier, ne nécessite pas de marquage de classe de température ou de température maximale de surface.

Il n'est pas nécessaire que les entrées de câbles, les éléments d'obturation et les adaptateurs filetés Ex soient marqués avec une classe de température ou une température maximale de surface en degrés Celsius.

- e) le niveau de protection du matériel (EPL) « Ga », « Gb », « Gc », « Ma » ou « Mb » selon le cas.

NOTE 2 Le marquage EPL sur le matériel peut être plus restrictif que celui normalement appliqué pour un mode de protection spécifique pour rendre compte d'autres caractéristiques du matériel telles que les limitations matérielles. Par exemple Ex ia IIC T4 Gb, lorsque le matériel a été construit en aluminium et a un volume supérieur à ce qui est autorisé en 8.3.

- f) Lorsque cela est approprié conformément à 5.1.1, le marquage doit inclure soit le symbole T_a ou T_{amb} accompagné de la plage de températures ambiantes, soit le symbole « X » pour indiquer cette condition particulière d'utilisation conformément au point e) de 29.3. Si l'appareil comporte également un marquage stipulant une utilisation dans des atmosphères explosives de poussières et si les caractéristiques assignées de la plage de températures ambiantes sont identiques, seul un marquage de la plage de températures ambiantes doit apparaître.

Les marquages de a) à e) conformément à 29.4 doivent être placés dans l'ordre dans lequel ils sont donnés en 29.4 et doivent être séparés par un petit espace.

Pour le matériel associé adapté à une installation dans un emplacement dangereux, et où la limitation d'énergie est fournie dans l'appareil dans ledit emplacement, les symboles du mode de protection **doivent être placés** entre crochets, par exemple, Ex d[ia] IIC T4 Gb. Lorsque le Groupe du matériel associé diffère de celui du matériel concerné, le Groupe d'appareil du matériel associé doit être placé entre crochets, par exemple, Ex d[ia IIC Ga] IIB T4 Gb.

NOTE 3 Une barrière de sécurité à diode shunt située à l'intérieur d'une enveloppe antidéflagrante constitue un exemple typique.

Pour le matériel associé adapté à une installation dans un emplacement dangereux, et où la limitation d'énergie est fournie hors du matériel dans ledit emplacement, les symboles du mode de protection ne doivent pas être placés entre crochets, par exemple, Ex d ia IIC T4 Gb.

NOTE 4 Un luminaire antidéflagrant avec une cellule photoélectrique de sécurité intrinsèque connectée à un emplacement de sécurité constitue un exemple typique.

Pour le matériel associé non adapté à une installation dans un emplacement dangereux, le symbole Ex et le symbole du mode de protection doivent tous deux être entre les mêmes crochets, par exemple, [Ex ia] IIC.

Pour l'appareil qui comprend à la fois un matériel associé et un matériel de sécurité intrinsèque ne nécessitant aucune connexion avec l'appareil de sécurité intrinsèque par l'utilisateur, le marquage du « matériel associé » ne doit pas figurer sauf si les niveaux de protection du matériel sont différents. Par exemple, Ex d ib IIC T4 Gb et non Ex d ib[ib Gb] IIC T4 Gb, mais Ex d ia[ia Ga] IIC T4 Gb est correct pour différencier les niveaux de protection du matériel (EPL).

NOTE 5 Pour le matériel associé non adapté à une utilisation dans un emplacement dangereux, une classe de température n'est pas incluse.

29.5 Marquage Ex pour atmosphères explosives de poussières

Le marquage Ex doit inclure ce qui suit:

- a) le symbole Ex, qui indique que l'appareil électrique correspond à un ou plusieurs modes de protection qui sont l'objet des normes spécifiques énumérées dans l'Article 1;

b) le symbole de chaque mode (ou niveau) de protection utilisé:

- « ta »: protection par enveloppe, (pour EPL Da)
- « tb »: protection par enveloppe, (pour EPL Db)
- « tc »: protection par enveloppe, (pour EPL Dc)
- « ia » sécurité intrinsèque, (pour EPL Da)
- "ib": sécurité intrinsèque, (pour EPL Db)
- « ma »: encapsulage, (pour EPL Da)
- « mb »: encapsulage, (pour EPL Db)
- « mc »: encapsulage, (pour EPL Dc)
- « p »: surpression interne, (pour EPL Db ou Dc)

c) le symbole du groupe:

- IIIA, IIIB ou IIIC pour l'appareil électrique pour les emplacements avec présence d'une atmosphère explosive de poussières;

NOTE 1 Les appareils marqués «IIIB» conviennent pour les applications exigeant des matériels du Groupe IIIA. De même, les appareils marqués «IIIC» conviennent pour des applications exigeant des matériels des Groupes IIIA et IIIB.

d) la température maximale de surface en degrés Celsius et l'unité de la mesure °C précédée de la lettre « T », (par exemple, T 90 °C).

Lorsque conformément à 5.3.2.3, la température maximale de surface T_L doit être montrée avec une valeur en degrés Celsius et l'unité de mesure °C, avec l'épaisseur de couche L indiquée sous la forme d'indice en mm, (par exemple, T_{500} 320 °C) ou le marquage doit comporter le symbole « X » destiné à indiquer cette condition d'utilisation selon le point e) de 29.3.

Lorsque l'appareil électrique du Groupe III comprend plusieurs températures maximales de surface, par exemple, pour des plages de températures ambiantes multiples, et lorsque la pratique ne permet pas d'intégrer au marquage toutes les informations, ou lorsqu'il existe des sources externes de chaleur/ refroidissement (voir 5.1.2);

- toutes les informations concernant la température maximale de surface doivent être incluses dans le certificat et le marquage doit comporter le symbole « X » pour indiquer cette condition particulière d'utilisation selon le point e) de 29.3, et
- la plage de températures maximales de surface doit être mentionnée dans le marquage, les limites inférieure et supérieure de la température de surface devant être séparées par « ... », par exemple, "T80 °C...T195 °C".

Il n'est pas nécessaire que les entrées de câbles, les éléments d'obturation et les adaptateurs filetés Ex soient marqués avec une température maximale de surface;

e) le niveau de protection du matériel, « Da », « Db », ou « Dc », selon le cas;

NOTE 2 Le marquage EPL sur le matériel peut être plus restrictif que celui normalement appliqué pour un mode de protection spécifique pour rendre compte d'autres caractéristiques du matériel telles que les limitations matérielles. Par exemple Ex ia IIC T135° **DC**, lorsque le matériel a été construit en aluminium et a un volume supérieur à ce qui est autorisé en 8.4.

f) lorsque cela est approprié conformément à 5.1.1, le marquage doit inclure soit le symbole T_a ou T_{amb} accompagné de la plage de températures ambiantes, soit le symbole « X » pour indiquer cette condition particulière d'utilisation conformément au point e) de 29.3. Si l'appareil comporte également un marquage stipulant une utilisation dans des atmosphères explosives gazeuses et si les caractéristiques assignées de la plage de températures ambiantes sont identiques, seul un marquage de la plage de températures ambiantes doit apparaître.

Les marquages de a) à e) conformément à 29.5 doivent être placés dans l'ordre dans lequel ils sont donnés en 29.5 et doivent être séparés par un petit espace.

Pour le matériel associé adapté à une installation dans un emplacement dangereux, et où la limitation d'énergie est fournie dans l'appareil dans ledit emplacement, les symboles du mode de protection doivent être placés entre crochets, par exemple, Ex t[ia Da] IIIC T100 °C Db. Lorsque le groupe du matériel associé diffère de celui du matériel concerné, le Groupe d'appareil du matériel associé doit être placé entre crochets, par exemple, Ex t [ia IIIC Da] IIIB T100 °C Db.

NOTE 3 Une barrière de sécurité à diode shunt située à l'intérieur d'une enveloppe protégée contre la poussière constitue un exemple typique.

Pour le matériel associé adapté à une installation dans un emplacement dangereux, et où la limitation d'énergie est fournie hors du matériel dans ledit emplacement, les symboles du mode de protection ne doivent pas être placés entre crochets, par exemple, Ex tb ia IIIC T100 °C Db.

NOTE 4 Un luminaire protégé contre la poussière avec une cellule photoélectrique de sécurité intrinsèque connectée à un emplacement de sécurité constitue un exemple typique.

Pour le matériel associé non adapté à une installation dans un emplacement dangereux, le symbole Ex et le symbole du mode de protection doivent tous deux être placés entre les mêmes crochets, par exemple, [Ex ia Da] IIIC.

Pour l'appareil qui comprend à la fois un matériel associé et un matériel de sécurité intrinsèque ne nécessitant aucune connexion avec l'appareil de sécurité intrinsèque par l'utilisateur, le marquage du « matériel associé » ne doit pas figurer sauf si les niveaux de protection du matériel sont différents. Par exemple, Ex ib tb IIIC T100 °C Db et non Ex ib tb [ib Db] IIIC T100 °C Db, mais Ex ia tb [ia Da] IIIC T100 °C Db est correct pour différencier les niveaux de protection du matériel.

NOTE 5 Pour le matériel associé non adapté à une utilisation dans un emplacement dangereux, un marquage de température n'est pas inclus.

29.6 Modes (ou niveaux) de protection combinés

Lorsque des modes (ou niveaux) de protection différents sont utilisés pour différentes parties d'un appareil électrique ou d'un composant Ex, le marquage Ex doit inclure les symboles pour tous les modes (ou niveaux) de protection utilisés. Les symboles pour les modes de protection doivent figurer par ordre alphabétique, avec de petits espaces de séparation. Lorsque le matériel associé est incorporé, les symboles pour le mode (ou niveau) de protection, y compris les crochets le cas échéant, doivent suivre les symboles des modes (ou niveaux) de protection de l'appareil.

29.7 Modes de protection multiples

L'appareil peut être conçu avec plusieurs modes de protection de sorte qu'il soit adapté pour une installation selon différentes dispositions, en utilisant les exigences de l'installation appropriée pour le mode de protection sélectionné. Par exemple, un appareil qui est conçu pour être conforme simultanément aux exigences d'appareil pour Ex i et également aux exigences d'appareil Ex de, peut être installé selon la sélection de l'installateur/ de l'utilisateur.

Dans ce cas,

- chaque marquage respectif Ex doit être indiqué séparément sur l'appareil et, sauf dans le cas des entrées de câbles, des éléments d'obturation et des adaptateurs filetés, doit être précédé d'un emplacement pour un marquage d'identification permettant le marquage Ex sélectionné au moment de l'installation,
- chaque marquage respectif Ex doit être indiqué séparément sur le certificat.

Lorsqu'un certificat unique est préparé pour chaque marquage Ex affiché individuellement dans le certificat, le marquage applicable et tout écart dans les paramètres ou dans la spécification de chaque marquage Ex différent doit être affiché sans ambiguïté.

Lorsqu'un certificat séparé est préparé pour chaque marquage Ex, tous les paramètres ou spécifications pertinents doivent être fournis dans le certificat pour le marquage individuel Ex.

29.8 Matériel de niveau de protection Ga utilisant deux modes (ou niveaux) de protection Gb indépendants

Lorsque deux modes de protection indépendants d'EPL Gb sont utilisés pour la même partie d'un appareil électrique afin d'atteindre l'EPL Ga, le marquage Ex doit inclure les symboles pour les deux modes (ou niveaux) de protection utilisés, les symboles pour les modes (ou niveaux) de protection étant joints par un « + ». Voir la CEI 60079-26.

29.9 Composants Ex

Les composants Ex conformément à l'Article 13, doivent comporter un marquage lisible. Ce marquage doit comprendre ce qui suit:

- a) le nom ou la marque déposée du constructeur;
- b) la désignation du type donnée par le constructeur;
- c) le symbole Ex;
- d) le symbole de chaque mode (ou niveau) de protection utilisé;
- e) le symbole du groupe du appareil électrique du composant Ex;
- f) le nom ou le sigle de l'émetteur du certificat, et le numéro du certificat;
- g) le symbole «U»; et

NOTE 1 Le symbole «X» n'est pas utilisé.

- h) le marquage complémentaire exigé dans la norme spécifique pour les modes de protection concernés cités à l'Article 1.

NOTE 2 Un marquage complémentaire peut être exigé par les normes pour la construction du matériel électrique.

- i) le reste des informations de marquage selon 29.4 ou 29.5, selon le cas, autant que cela est possible physiquement.

Les marquages Ex pour les atmosphères explosives gazeuses et pour les atmosphères explosives de poussières doivent être séparés et non combinés.

29.10 Petits appareils et petits composants Ex

Une réduction du marquage est autorisée sur le petit appareil électrique et sur les petits composants Ex, lorsque l'espace est limité. Les éléments suivants répertorient le marquage minimal exigé sur l'appareil ou sur le composant Ex:

- a) le nom ou la marque déposée du constructeur;
- b) la désignation du type donnée par le constructeur. La désignation du type peut être abrégée ou omise si la référence du certificat permet l'identification du mode spécifique;
- c) le nom ou le sigle de l'émetteur du certificat, et le numéro du certificat; et
- d) le symbole «X» ou «U» (si approprié);

NOTE Les symboles «X» et «U» ne sont jamais utilisés ensemble.

- e) le reste des informations de marquage selon 29.4 ou 29.5, selon le cas, autant que cela est possible physiquement.

29.11 Appareils et composants Ex extrêmement petits

Un marquage apposé sur l'étiquette et lié à l'appareil ou au composant Ex est autorisé sur l'appareil électrique et sur les composants Ex extrêmement petits ne comportant pas d'espace pour le marquage. Ce marquage doit être identique au marquage de 29.3, 29.4 et 29.5, selon le cas, et doit figurer sur une étiquette fournie avec l'appareil ou le composant Ex, destinée à être installée à proximité de l'appareil ou du composant Ex.

29.12 Marquages d'avertissement

Lorsque l'un des marquages d'avertissement suivants est exigé sur l'appareil, le texte décrit dans le Tableau 16, suivant le mot «AVERTISSEMENT», peut être remplacé par un texte équivalent d'un point de vue technique. Des avertissements multiples peuvent être combinés en un avertissement équivalent.

Tableau 16 – Texte des marquages d'avertissement

	Référence	Marquage d'AVERTISSEMENT
a)	6.3	AVERTISSEMENT – APRÈS MISE HORS TENSION, ATTENDRE γ MINUTES AVANT L'OUVERTURE (γ étant la valeur en minutes du délai exigé)
b)	6.3, 23.12	AVERTISSEMENT – NE PAS OUVRIR EN PRÉSENCE D'UNE ATMOSPHÈRE EXPLOSIVE
c)	18.2	AVERTISSEMENT – NE PAS MANŒVRER EN CHARGE
d)	18.4 b), 19 21.2 b), 21.3 b)	AVERTISSEMENT – NE PAS OUVRIR SOUS TENSION
e)	20.1 b)	AVERTISSEMENT – NE PAS SÉPARER SOUS TENSION
f)	20.1 b)	AVERTISSEMENT – SÉPARER UNIQUEMENT DANS UN EMPLACEMENT NON DANGEREUX
g)	7.4.2 g)	AVERTISSEMENT – DANGER POTENTIEL DE CHARGES ÉLECTROSTATIQUES – VOIR INSTRUCTIONS
h)	18.4 2) 21.2 2 21.3.2)	AVERTISSEMENT – PARTIES ACTIVES SOUS COUVERCLE – NE PAS TOUCHER

29.13 Marquage alternatif des niveaux de protection de l'appareil (EPL)

Le marquage des niveaux de protection de l'appareil est indiqué par l'utilisation d'une lettre majuscule pour l'atmosphère explosive spécifique pour laquelle l'appareil est adapté et une lettre minuscule indiquant le niveau. Comme variante au marquage donné en 29.4 et 29.5, les symboles « M », « G » et « D » ne sont pas utilisés dans la mesure où l'atmosphère explosive spécifique est identifiée par le marquage des groupes d'appareil « I » (mines), "II » (gaz et vapeurs) et « III » (poussières combustibles) et la lettre minuscule utilisée pour le niveau est ajoutée au mode de protection lorsqu'elle n'existe pas déjà.

Le marquage alternatif des niveaux de protection de l'appareil (EPL) n'est pas autorisé lorsque la CEI 60079-26 est appliquée pour un appareil destiné à une utilisation en paroi entre un emplacement exigeant l'EPL Ga et un emplacement moins dangereux. Voir l'article "Marquage" de la CEI 60079-26.

Le marquage alternatif des Niveaux de Protection de l'appareil (EPLs) n'est pas autorisé lorsqu'un EPL plus restrictif que celui qui est appliqué normalement pour un mode de protection spécifique est exigé pour rendre compte d'autres caractéristiques de l'appareil telles que les limitations matérielles. Voir 29.4 e) ou 29.5 e).

29.13.1 Marquage alternatif du mode de protection pour les atmosphères explosives gazeuses

Comme variante au marquage du mode de protection donné en 29.4 b), les symboles suivants doivent inclure le niveau, exprimé en Niveau de Protection, indiqué ci-dessous:

- « db »: enveloppe antidéflagrante.
- « eb »: sécurité augmentée.
- « ia »: sécurité intrinsèque.
- « ib »: sécurité intrinsèque.
- « ic »: sécurité intrinsèque.
- « ma »: encapsulage.
- « mb »: encapsulage.
- « mc »: encapsulage.
- « nAc »: sans étincelle.
- « nCc »: protégé contre les étincelles.
- « nRc »: respiration limitée.
- « ob »: immersion dans l'huile.
- « pvc »: pressurisation.
- « pxb »: surpression interne.
- « pyb »: surpression interne.
- « pzc »: surpression interne.
- « qb »: remplissage pulvérulent.

29.13.2 Marquage alternatif du mode de protection pour les atmosphères explosives de poussières

Comme variante au marquage du mode de protection donné en 29.5 b), les symboles suivants doivent inclure le niveau indiqué ci-dessous:

- « ta »: protection par enveloppe.
- « tb »: protection par enveloppe.
- « tc »: protection par enveloppe.
- « ia » sécurité intrinsèque.
- « ib »: sécurité intrinsèque.
- « ma »: encapsulage.
- « mb »: encapsulage.
- « mc »: encapsulage.
- « pb »: surpression interne.
- « pc »: surpression interne.

29.14 Eléments et batteries

Conformément à 23.11, lorsqu'il est nécessaire pour l'utilisateur de remplacer les éléments ou les batteries contenues à l'intérieur d'une enveloppe, les paramètres appropriés pour permettre un remplacement correct doivent être marqués lisiblement et durablement sur ou à l'intérieur de l'enveloppe. La marque déposée et la référence du constructeur ou le système électrochimique, la tension nominale et la capacité assignée doivent être inclus.

Lorsque des ensembles de batteries remplaçables sont utilisés, l'ensemble de batteries remplaçable doit comporter un marquage extérieur comprenant les éléments suivants:

- le nom du constructeur;
- la désignation du type donnée par le constructeur;
- les mots « Utiliser uniquement sur... » suivis de la désignation du type du matériel auquel il est destiné.

L'appareil doit par ailleurs être marqué avec les mots « Utiliser uniquement un ensemble de batteries remplaçables » suivis par l'identification du constructeur et la désignation du type donnée par le constructeur de l'ensemble de batteries remplaçables.

29.15 Machines électriques tournantes alimentées par un convertisseur

Les machines électriques destinées à être alimentées par un convertisseur doivent comporter un marquage comprenant les éléments supplémentaires suivants:

- « Pour alimentation par convertisseur »,
- La gamme de vitesses ou la gamme de fréquences de fonctionnement de la machine électrique tournante
- La fréquence de commutation minimale
- Le type d'application du couple, par exemple, couple variable ou constant, puissance constante; ou alternativement les limites du couple de fonctionnement
- Le cas échéant – la désignation du type de convertisseur spécifique prévu
- Le cas échéant – le type de convertisseur prévu, par exemple, modulation d'impulsions en durée (PWM)

29.16 Exemples de marquage¹

Appareil électrique avec enveloppe antidéflagrante « d » (EPL Mb) pour mines grisouteuses:

BEDELLE S.A
 TYPE A B 5
 Ex d I Mb alternative Ex db I
 N° 325
 ABC 02.1234

Composant Ex, avec enveloppe antidéflagrante « d » (EPL Gb), avec circuit de sortie de sécurité intrinsèque « ia » (EPL Ga), pour atmosphères explosives gazeuses autres que les mines grisouteuses, gaz de subdivision C, fabrication H. RIDSTONE and Co. Ltd. Type KW 369:

Ex d [ia Ga] IIC Gb alternative Ex db [ia] IIC
 DEF 02.0536 U

Appareil électrique, utilisant des modes de protection de sécurité augmentée « e » (EPL Gb) et à enveloppe à surpression interne « px » (EPL Gb), température maximale de surface de 125 °C pour atmosphères explosives gazeuses autres que les mines grisouteuses, avec gaz de température d'inflammation supérieure à 125 °C; conditions particulières d'utilisation indiquées dans le certificat.

¹ Cette information est donnée à l'intention des utilisateurs du présent document et ne signifie nullement que la CEI approuve ou recommande l'emploi exclusif des produits ainsi désignés. Des produits équivalents peuvent être utilisés s'il est démontré qu'ils conduisent aux mêmes résultats.

H. ATHERINGTON Ltd

TYPE 250 JG 1

Ex e px IIC 125 °C (T4) Gb

alternative Ex eb pxb IIC 125 °C (T4)

N° 56732

GHI 02.0076 X

.....

.....

Appareil électrique, à enveloppe antidéflagrante « d » (EPL Mb et Gb) et de sécurité augmentée « e » (EPL Mb et Gb) pour mines grisouteuses et pour atmosphères explosives gazeuses autres que les mines grisouteuses; gaz de subdivision B avec température d'inflammation supérieure à 200 °C.

A.R. ACHUTZ A.G.

TYPE 5 CD

Ex d e I Mb

alternative Ex db eb I

Ex d e IIB T3 Gb

alternative Ex db eb IIB T3

N° 5634

JKL 02.0521

.....

.....

Appareil électrique à mode de protection à sécurité augmentée « e » (EPL Gb) pour une utilisation en atmosphères explosives gazeuses autres que les mines grisouteuses; gaz de subdivision C avec température d'inflammation supérieure à 85 °C.

GS & Co A.G.

Ex e IIC T6 Gb

alternative Ex eb IIC T6

N° 1847

HYD 04.0947

.....

.....

Appareil électrique avec enveloppe antidéflagrante « d » (EPL Gb) pour atmosphères explosives gazeuses autres que les mines grisouteuses à base de gaz ammoniac uniquement.

WOKAITERT SARL

TYPE NT 3

Ex d II (NH₃) Gb

alternative Ex db II (NH₃)

N° 6549

MNO 02.3102

.....

.....

Appareil électrique avec mode de protection par encapsulage « ma » (EPL Da) pour atmosphères explosives de poussières contenant des poussières conductrices du Groupe IIIC et avec une température maximale de surface inférieure à 120 °C.

ABC company

Type RST

N° de série 123456

Ex ma IIIC T120 °C Da

alternative Ex ma IIIC T120 °C

N. A. 01.9999

.....

.....

Appareil électrique avec mode de protection « ia » (EPL Da) pour atmosphères explosives de poussières contenant des poussières conductrices du Groupe IIIC et avec une température maximale de surface inférieure à 120 °C.

ABC company
Type XYZ
N° de série 123456
Ex ia IIIC T120 °C Da
N. A. 01.9999

alternative Ex ia IIIC T120 °C

.....
.....
Appareil électrique avec mode de protection « p » (EPL Db) pour atmosphères explosives de poussières contenant des poussières conductrices du Groupe IIIC et avec une température maximale de surface inférieure à 120 °C.

ABC company
Type KLM
N° de série 123456
Ex p IIIC T120 °C Db
N. A. 01.9999

alternative Ex pb IIIC T120 °C

.....
.....
Appareil électrique avec mode de protection « t » (EPL Db) pour atmosphères explosives de poussières contenant des poussières conductrices du Groupe IIIC et avec une température maximale de surface inférieure à 225 °C et inférieure à 320 °C lorsqu'il est soumis à l'essai avec une couche de poussières de 500 mm.

ABC company
Type RST
N° de série 987654
Ex tb IIIC T225 °C T₅₀₀ 320 °C Db
N. A. 02.1111

alternative Ex tb IIIC T225 °C T₅₀₀ 320 °C

.....
.....
Appareil électrique avec mode de protection « t » (EPL Db) pour atmosphères explosives de poussières contenant des poussières conductrices du Groupe IIIC et avec une température maximale de surface inférieure à 175 °C et une plage de températures ambiantes étendue de -40 °C à +120 °C.

ABC company
Type RST
N° de série 987654
Ex tb IIIC T175 °C Db
-40°C ≤ T_{amb} ≤ 120 °C
N. A. 02.1111

alternative Ex tb IIIC T175 °C

.....
.....
Appareil électrique avec mode de protection par encapsulage « ma » (EPL Ga) pour atmosphères explosives gazeuses du Groupe IIC avec une température maximale de surface inférieure à 135 °C et avec mode de protection par encapsulage "ma" (EPL Da) pour atmosphères explosives de poussières contenant des poussières conductrices du Groupe IIIC et avec une température maximale de surface inférieure à 120 °C. Un certificat unique a été préparé.

ABC company
Type RST
N° de série 123456
Ex ma IIC T4 Ga
Ex ma IIIC T120 °C Da
N. A. 01.9999

alternative Ex ma IIC T4
alternative Ex ma IIIC T120 °C

.....
.....
Appareil électrique avec mode de protection par encapsulage « ma » (EPL Ga) pour atmosphères explosives gazeuses du Groupe IIC avec une température maximale de surface

inférieure à 135 °C et avec mode de protection par encapsulage "ma" (EPL Da) pour atmosphères explosives de poussières contenant des poussières conductrices du Groupe IIIC et avec une température maximale de surface inférieure à 120 °C. Deux certificats indépendants ont été préparés.

ABC company
Type RST
N° de série 123456
Ex ma IIC T4 Ga
N. A. 01.1111

alternative Ex ma IIC T4

Ex ma IIIC T120 °C Da
N.B. 01.9999

alternative Ex ma IIIC T120 °C

.....
.....

30 Instructions

30.1 Généralités

La documentation préparée conformément à l'Article 24 doit comporter des instructions comprenant au moins les particularités suivantes:

- un récapitulatif des informations avec lesquelles l'appareil électrique est marqué, sauf pour le numéro de série (voir Article 29), ainsi que toutes les informations complémentaires appropriées visant à faciliter l'entretien (par exemple, l'adresse de l'importateur, du réparateur, etc.);
- des instructions de sécurité concernant,
 - la mise en service;
 - l'utilisation;
 - l'assemblage et le démontage;
 - la maintenance, la révision et la réparation;
 - l'installation;
 - les réglages;
- si nécessaire, des instructions de formation;
- des détails permettant de prendre une décision concernant l'utilisation ou non de l'appareil en toute sécurité dans l'emplacement prévu dans les conditions de fonctionnement attendues;
- les paramètres électriques et de pression, les températures maximales de surface et autres valeurs limites;
- le cas échéant, les conditions spécifiques d'utilisation conformément à 29.3 e);
- le cas échéant, les conditions particulières d'utilisation, incluant les particularités de mauvaise utilisation possible, qui peuvent se produire, comme l'expérience le montre;
- si nécessaire, les caractéristiques essentielles des outils qui peuvent convenir avec l'appareil;
- une liste des normes, incluant la date d'édition, avec laquelle l'appareil est déclaré être conforme. Le certificat, préparé conformément à 28.2, peut être utilisé afin d'être conforme à cette exigence.

30.2 Eléments et batteries

Conformément à 23.11, lorsqu'il est nécessaire pour l'utilisateur de remplacer les éléments ou les batteries contenus dans une enveloppe, les paramètres appropriés pour permettre un remplacement correct doivent être inclus dans les instructions, y compris la marque déposée et la référence du fabricant ou le système électrochimique, la tension nominale et la capacité

assignée. Lorsque le remplacement des batteries ou des éléments n'est prévu qu'en l'absence d'une atmosphère explosive, les instructions doivent spécifier la procédure pour le remplacement des batteries ou des éléments.

Conformément à 23.12, où il est nécessaire pour l'utilisateur de remplacer un bloc de batteries, les instructions doivent inclure les paramètres pertinents pour permettre un remplacement correct selon 29.14. Lorsque le remplacement du bloc de batteries n'est prévu qu'en l'absence d'une atmosphère explosive, les instructions doivent spécifier la procédure pour le remplacement du bloc de batteries.

30.3 Machines électriques tournantes

Outre les informations exigées conformément à 30.1, les informations supplémentaires suivantes doivent être préparées pour les machines électriques:

- Les courbes d'accélération/puissance pour les machines destinées à être alimentées par un convertisseur
- Les recommandations pour la sélection et l'installation de toute protection nécessaire contre la surcharge ou une température excessive du moteur. Cette protection peut venir en complément de la protection fournie par un convertisseur.
- Les exigences spécifiques au graissage pour la mise en service et l'entretien.

30.4 Ventilateurs d'aération

Outre les informations exigées conformément à 30.1, les informations supplémentaires suivantes doivent être préparées pour les ventilateurs d'aération conformément à 17.1.5:

- a) Les débits d'air minimum et maximum (par rapport à la température de surface et aux caractéristiques assignées de température);
- b) La contre-pression si nécessaire (pour le fonctionnement du ventilateur dans le cadre des caractéristiques assignées);
- c) Les limites éventuelles concernant la pénétration de particules étrangères (par exemple, exigences relatives à la protection IP, etc., pour les entrées de conduits conformément à 17.1.5.

NOTE Pour les ventilateurs destinés à être utilisés dans des conditions de service particulièrement défavorables selon 6.1, par exemple, les ventilateurs pour les cabines de peinture au pistolet, il est nécessaire que le constructeur et l'utilisateur conviennent de mesures complémentaires adaptées (par exemple, l'utilisation de filtres d'admission) afin d'éviter les dépôts à l'intérieur du ventilateur et des conduits, susceptibles d'altérer la protection contre les explosions.

- d) Les mesures de mise à la terre spéciales éventuelles à mettre en œuvre pour éviter l'accumulation de charges électrostatiques.

Annexe A (normative)

Exigences complémentaires pour les entrées de câbles

A.1 Généralités

La présente annexe spécifie les exigences complémentaires de construction, d'essais et de marquage des entrées de câbles et peut être également complétée ou modifiée par les normes citées à l'Article 1.

NOTE 1 Le diamètre minimal du câble pour lequel l'entrée de câble convient est spécifié par le fabricant. Il convient que l'utilisateur s'assure que les dimensions minimales du câble sélectionné pour être utilisé dans l'entrée de câble sont égales ou supérieures à ces valeurs spécifiées, compte tenu des tolérances.

Les exigences de l'annexe A s'appliquent uniquement aux dispositifs de passage de câbles qui peuvent être certifiés soit en tant que matériel, soit en tant que Composant Ex. Le dispositif de passage de câbles peut être certifié seulement en tant que matériel à condition que le dispositif comporte un joint à bride et que les instructions du fabricant spécifient que le dispositif doit être monté de telle sorte que les raccords entre la bride et l'enveloppe satisfassent au degré de protection contre la pénétration exigé après montage. Le joint spécial doit être compris en tant que partie des essais de A.3.4. Le numéro de certificat du dispositif doit comprendre le suffixe « X » pour indiquer cette condition particulière d'utilisation conformément à e) du 29.3 et cette condition particulière d'utilisation relative à la protection contre la pénétration (IP) après montage, doit être spécifiée sur le certificat.

NOTE 2 En fonction de la forme de construction et de la résilience du joint, la condition ou les instructions peuvent amener à devoir se référer au manque de relief ou la rigidité de l'enveloppe à laquelle l'entrée peut être attachée.

A.2 Exigences de construction

A.2.1 Étanchéité du câble

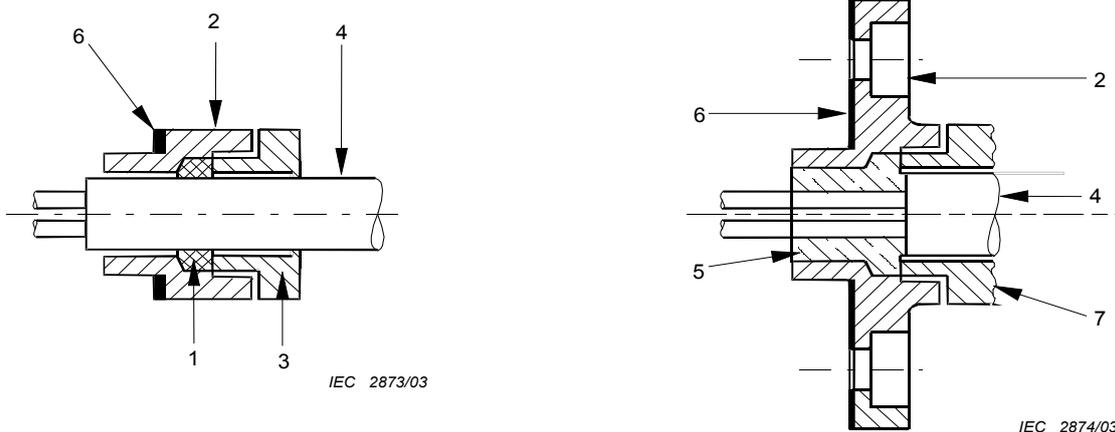
L'étanchéité entre le câble et le corps de l'entrée doit être assurée par un des moyens suivants (voir la Figure A.1):

- une bague d'étanchéité en élastomère;
- une bague d'étanchéité métallique ou composite;
- un composé de remplissage.

L'étanchéité du câble peut être assurée par un seul matériau ou par une combinaison de matériaux et doit être adaptée à la forme du câble considéré.

NOTE 1 Lors du choix des matériaux des bagues d'étanchéité métalliques ou composites, une attention particulière est accordée à la Note 4 de 6.1.

NOTE 2 Le mode de protection de l'enveloppe peut également dépendre de la construction interne du câble.



Composants

- | | |
|----------------------|--|
| 1 bague d'étanchéité | 4 câble |
| 2 corps de l'entrée | 5 composé de remplissage |
| 3 presse-étoupe | 6 garniture d'étanchéité (si nécessaire) |
| | 7 composé de remplissage retenant le presse-étoupe |

Figure A.1 – Illustration des termes utilisés pour les entrées de câble

A.2.2 Composés de remplissage

Les matériaux utilisés comme composés de remplissage doivent être conformes aux exigences de l'Article 12 relatives aux matériaux utilisés pour les scellements.

A.2.3 Amarrage

A.2.3.1 Généralités

Les entrées de câbles doivent réaliser l'amarrage du câble afin d'empêcher qu'une traction ou une torsion exercée sur lui ne se transmette aux connexions. Un tel amarrage peut être fourni par un dispositif d'amarrage, une bague d'étanchéité ou un composé de remplissage. Quel que soit l'amarrage utilisé, il doit pouvoir satisfaire aux essais de types appropriés de l'Article A.3.

A.2.3.2 Entrées de câbles pour le Groupe II ou le Groupe III

Les entrées de câble pour le matériel du Groupe II ou du Groupe III, sans dispositif d'amarrage, doivent également être acceptées comme étant conformes à la présente annexe si elles sont capables de satisfaire aux épreuves d'amarrage avec des valeurs réduites à 25 % de celles prescrites à l'Article A.3. Les documents descriptifs doivent alors préciser que de telles entrées de câble peuvent ne pas apporter un amarrage suffisant et que l'utilisateur doit fournir un amarrage supplémentaire du câble pour s'assurer que la traction ou la torsion n'est pas transmise aux terminaisons. De telles entrées de câbles doivent être marquées avec le symbole « X » pour indiquer cette condition particulière d'utilisation selon le point e) de 29.3.

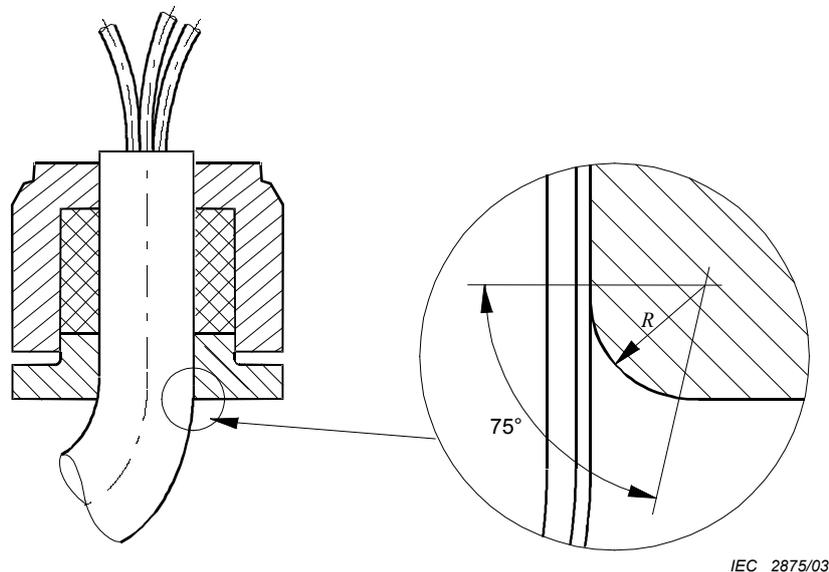
A.2.4 Passage de câble

A.2.4.1 Arêtes vives

Les entrées de câble ne doivent pas comporter d'arêtes vives susceptibles d'endommager le câble.

A.2.4.2 Point d'entrée

Dans le cas de câbles flexibles, le point d'entrée doit comporter un arrondi à un angle d'au moins 75° , dont le rayon R est au moins égal au quart du diamètre du câble maximal admissible dans l'entrée mais sans dépasser nécessairement 3 mm (voir Figure A.2).



IEC 2875/03

Figure A.2 – Arrondi du point d'entrée d'un câble flexible

A.2.5 Déblocage avec un outil

Les entrées de câble doivent être conçues de telle sorte qu'après installation elles ne peuvent être débloquées ou démontées qu'à l'aide d'un outil.

A.2.6 Fixation

Les moyens de fixation des entrées de câble sur les enveloppes de l'appareil électrique doivent être capables de retenir l'entrée de câble lorsque celle-ci est soumise aux essais mécaniques d'amarrage et de tenue aux chocs décrits à l'Article A.3.

A.2.7 Degré de protection

Lorsqu'elles sont installées conformément aux instructions requises à l'Article 30, les entrées de câbles doivent pouvoir procurer, avec l'enveloppe sur laquelle elles sont fixées, le même degré de protection que celui exigé pour l'enveloppe.

Les entrées de câble marquées pour un degré de protection (IP) doivent être soumises aux essais conformément à A.3.4.

A.3 Essais de type

A.3.1 Essais d'amarrage des câbles sans armure et des câbles sous tresse

A.3.1.1 Entrées de câble avec amarrage par la bague d'étanchéité

Les essais d'amarrage doivent être effectués en utilisant pour chaque type et calibre d'entrée de câble, deux bagues d'étanchéité, une du plus petit calibre admissible et l'autre du plus grand calibre admissible.

Pour les bagues d'étanchéité en élastomère pour câbles cylindriques, chaque bague doit être montée sur un mandrin cylindrique, propre, sec, poli en acier ou en acier inoxydable, d'une dureté de surface maximale de $1,6 \mu\text{m } Ra$, de diamètre égal au plus petit diamètre de câble admissible dans la bague et spécifié par le fabricant de l'entrée de câble.

Pour les câbles qui ne sont pas de section cylindrique, la bague pour chaque type/calibre/forme de câble doit être montée sur un échantillon de câble propre et sec de dimensions égales au calibre spécifié par le fabricant de l'entrée de câble. De telles entrées de câbles doivent être marquées avec le symbole « X » pour indiquer cette condition particulière d'utilisation selon le point e) de 29.3.

Pour les câbles avec gaine métallique, la bague pour chaque calibre de câble doit être montée sur un échantillon de câble propre et sec construit avec le matériau de la gaine et avec des dimensions égales au calibre spécifié par le fabricant de l'entrée de câble. De telles entrées de câbles doivent être marquées avec le symbole « X » pour indiquer cette condition particulière d'utilisation selon le point e) de 29.3.

Pour les bagues d'étanchéité métalliques, chaque bague doit être montée sur un mandrin cylindrique, propre, sec, en métal poli, d'une dureté de surface maximale de $1,6 \mu\text{m } Ra$, de diamètre égal au plus petit diamètre de câble admissible dans la bague et spécifié par le fabricant de l'entrée de câble.

La bague d'étanchéité avec le mandrin ou avec le câble, selon le cas, doit être introduite dans l'entrée de câble. Un couple doit alors être appliqué sur les vis (dans le cas d'un presse-étoupe à bride et à vis) ou sur l'écrou (dans le cas d'un presse-étoupe vissé) pour compresser la bague d'étanchéité et empêcher le glissement du mandrin ou du câble.

L'entrée de câble complète et l'assemblage du mandrin doivent alors être soumis le cas échéant aux essais d'endurance thermique. La température maximale de service doit être considérée comme étant égale à $75 \text{ }^\circ\text{C}$, sauf spécification contraire du fabricant.

NOTE 1 La température de service de $75 \text{ }^\circ\text{C}$ est la température médiane entre celles du point de branchement et du point d'entrée.

NOTE 2 Les entrées de câbles utilisant uniquement des bagues d'étanchéité métalliques et des pièces métalliques ne nécessitent pas d'essai d'endurance thermique.

La bague d'étanchéité doit empêcher le glissement du câble ou du mandrin lorsque la force appliquée sur le câble ou le mandrin est égale, en Newtons, à

- 20 fois la valeur en millimètres du diamètre du mandrin ou du câble lorsque l'entrée de câble est conçue pour un câble cylindrique, ou
- 6 fois la valeur en millimètres du périmètre du câble lorsque l'entrée de câble est conçue pour un câble non cylindrique.

Lorsque la direction de la traction n'est pas horizontale, le moyen d'application de la force doit être ajusté pour compenser le poids du mandrin et des pièces associées.

En ce qui concerne les entrées de câbles prévues pour une utilisation avec des câbles torsadés, cet essai d'amarrage est destiné à démontrer l'efficacité de l'entrée de câble dans l'amarrage du câble, et non la résistance de la tresse. Lorsque l'essai est réalisé avec un câble torsadé, la tresse ne doit pas être attachée.

Les conditions d'essai et les critères d'acceptation sont donnés en A.3.1.4.

NOTE 3 Les valeurs de couple mentionnées ci-dessus peuvent être déterminées expérimentalement avant les essais ou bien être fournies par le fabricant de l'entrée de câble.

A.3.1.2 Entrées de câble avec amarrage par composé de remplissage

Les essais d'amarrage doivent être effectués, pour chaque type et calibre d'entrées de câble, en utilisant deux échantillons de câble propre et sec ou le cas échéant, des mandrins en métal, l'un du plus petit calibre admissible, l'autre du plus grand calibre admissible.

L'espace disponible doit être rempli avec le composé de remplissage, qui a été préparé et durci conformément aux instructions du fabricant de l'entrée de câble, avant d'être soumis aux essais.

L'entrée de câble complète et l'assemblage du mandrin doivent alors être soumis aux essais d'endurance thermique. La température maximale de service doit être considérée comme étant égale à 75 °C, sauf spécification contraire du fabricant.

NOTE La température de service de 75 °C est la température du point milieu du branchement et du point d'entrée.

Le composé de remplissage doit empêcher le glissement du câble lorsque la force appliquée, en Newtons, est égale à

- 20 fois la valeur en millimètres du diamètre de l'échantillon de câble lorsque l'entrée de câble est conçue pour un câble cylindrique, ou
- 6 fois la valeur en millimètres du périmètre de l'échantillon de câble lorsque l'entrée de câble est conçue pour un câble non cylindrique.

En ce qui concerne les entrées de câble prévues pour une utilisation avec des câbles torsadés, cet essai d'amarrage est destiné à démontrer l'efficacité de l'entrée de câble dans l'amarrage du câble, et non la résistance de la tresse. Lorsque la conception de l'entrée de câble est telle que la tresse est destinée à être entourée par un composé, le contact entre le composé et la tresse doit être réduit au minimum pour cet essai.

Les conditions d'essai et les critères d'acceptation sont donnés en A.3.1.4.

A.3.1.3 Entrées de câble avec amarrage par un dispositif d'amarrage

L'essai d'amarrage doit être effectué sur chaque type et pour chaque calibre d'entrée de câble, et ce, pour les différents calibres admissibles de chaque type de dispositif d'amarrage d'entrée de câble.

Chaque dispositif doit être monté sur un mandrin en acier ou en acier inoxydable, ou sur un échantillon de câble propre et sec, de calibre égal au calibre admissible du dispositif comme spécifié par le fabricant de l'entrée de câble.

Le dispositif d'amarrage avec toute bague d'étanchéité requise et le calibre le plus grand de câble admissible avec ce dispositif, comme spécifié par le fabricant de l'entrée de câble, doivent être introduits dans l'entrée de câble. L'entrée doit être assemblée avec compression de toute bague d'étanchéité requise et serrage du dispositif d'amarrage. La procédure d'essai doit s'effectuer conformément à A.3.1.1, puis être répétée avec le calibre de mandrin ou de câble le plus petit admissible pour cet amarrage, comme spécifié par le fabricant de l'entrée de câble.

En ce qui concerne les entrées de câble prévues pour une utilisation avec des câbles torsadés, cet essai d'amarrage est destiné à démontrer l'efficacité de l'entrée de câble dans l'amarrage du câble, et non la résistance de la tresse. Lorsque l'essai est réalisé avec un câble torsadé, la tresse ne doit pas être attachée.

A.3.1.4 Essai de traction

L'échantillon pour essai, préparé selon A.3.1.1 à A.3.1.3, selon le cas, doit être soumis à une force de traction constante égale à celle définie en A.3.1.1 ou A.3.1.2, selon le cas. La charge doit être appliquée pendant au moins 6 h. L'essai doit être effectué à une température ambiante de (20 ± 5) °C. L'amarrage assuré par la bague d'étanchéité, le composé de remplissage ou le dispositif d'amarrage doit être acceptable si le glissement du mandrin ou de l'échantillon de câble n'est pas supérieur à 6 mm.

A.3.1.5 Résistance mécanique

Une fois les essais de traction effectués, l'entrée de câble doit être soumise aux essais et examens de a) à c) selon le cas.

- a) Dans le cas d'entrées de câble avec amarrage par la bague d'étanchéité ou par un dispositif d'amarrage, l'entrée de câble doit être soumise à un essai de résistance mécanique consistant à appliquer sur les vis ou sur les écrous (suivant le cas) un couple égal au moins à 1,5 fois la valeur nécessaire pour empêcher le glissement. L'entrée de câble doit alors être démontée et ses composants examinés. La résistance mécanique de l'entrée de câble doit être acceptable si aucune déformation affectant le mode de protection n'est observée. Toute déformation des bagues d'étanchéité doit être ignorée.
- b) Dans le cas d'entrées de câble constituées de matériaux non métalliques, le couple d'essai prescrit peut ne pas être obtenu en raison de déformations temporaires du filetage. Si aucune détérioration sensible n'est observée, l'entrée de câble doit être considérée comme ayant subi l'essai avec succès si l'essai de traction de A.3.1.4 peut encore être réalisé sans réglage.
- c) Dans le cas d'entrées de câble avec amarrage par un composé de remplissage, l'entrée de câble doit être démontée dans toute la mesure du possible sans endommager le composé de remplissage. Au cours de l'examen, aucun dommage physique ou visible du composé de remplissage ne doit être observé, qui affecterait le mode de protection fourni.

A.3.2 Essais d'amarrage des câbles avec armure

A.3.2.1 Essais d'amarrage avec les armures amarrées à l'aide d'un dispositif dans l'entrée de câble

Les essais doivent être effectués en utilisant un échantillon de câble avec armure du plus petit calibre spécifié pour chaque type et calibre d'entrée de câble. L'échantillon de câble avec armure doit être fixé dans le dispositif d'amarrage de l'entrée de câble. Un couple doit alors être appliqué sur les vis (dans le cas d'un dispositif d'amarrage à bride) ou sur l'écrou (dans le cas d'un dispositif d'amarrage vissé) de manière à serrer le dispositif d'amarrage et empêcher le glissement de l'armure. Le couple ainsi déterminé doit être utilisé comme couple de référence.

Le dispositif d'amarrage doit empêcher tout glissement de l'armure lorsque la force appliquée, en Newtons, est égale à:

- 80 fois la valeur en millimètres du diamètre sur armure du câble pour le matériel du Groupe I, ou
- 20 fois la valeur en millimètres du diamètre sur armure du câble pour le matériel du Groupe II ou du Groupe III.

NOTE 1 Les valeurs de couple mentionnées ci-dessus peuvent être déterminées de manière expérimentale avant les essais, ou peuvent être fournies par le fabricant de l'entrée de câble.

L'entrée de câble complète et le câble avec armure doivent alors être soumis aux essais d'endurance thermique. La température maximale de service doit être considérée comme étant égale à 75 °C, sauf spécification contraire du fabricant.

NOTE 2 La température de service de 75 °C est la température médiane entre celles du point de branchement et du point d'entrée.

NOTE 3 Les entrées de câble utilisant uniquement des bagues d'étanchéité métalliques et des pièces métalliques ne nécessitent pas d'essai d'endurance thermique.

A.3.2.1.1 Essai de traction

L'échantillon pour essai doit être soumis à une force de traction constante égale à celle définie en A.3.2.1; cette force doit être appliquée pendant (120 ± 10) s. L'essai doit être effectué à une température ambiante de (20 ± 5) °C. L'amarrage réalisé par le dispositif d'amarrage doit être acceptable si le glissement de l'armure est effectivement négligeable.

A.3.2.1.2 Résistance mécanique

Lorsque des vis et des écrous sont prévus, ils doivent être serrés selon un couple égal à au moins 1,5 fois les valeurs de couple de référence données en A.3.2.1.1, l'entrée de câble étant ensuite démontée. La résistance mécanique doit être acceptable si aucune déformation affectant le mode de protection n'est observée.

A.3.2.2 Essais d'amarrage avec les armures non amarrées à l'aide d'un dispositif dans l'entrée de câble

L'entrée de câble doit être considérée comme si elle était sans armure, conformément à A.3.1.

A.3.3 Essai de type de tenue aux chocs

Pour les essais de 26.4.2, l'entrée de câble doit être soumise à l'essai avec le plus petit câble spécifié.

Pour les besoins des essais, l'entrée de câble doit être fixée sur une plaque d'acier montée rigidement ou attachée comme spécifié par le fabricant de l'entrée de câble. Le couple appliqué pour fixer une entrée de câble filetée doit être celui utilisé pour assembler les échantillons destinés à l'essai de traction décrit en A.3.1.4 ou A.3.2.1.1, selon le cas.

A.3.4 Essai du degré de protection (IP) des entrées de câble

L'essai doit être effectué conformément à la CEI 60529 comme ci-dessous, en utilisant une bague d'étanchéité de câble de chacun des différents calibres admis pour chaque type d'entrée de câble.

Groupe I – IP54 minimum

Groupe II – IP54 minimum

Groupe III, EPL Da – IP6X minimum

Groupe III, EPL Db – IP6X minimum

Groupe IIIC, EPL Dc – IP6X minimum

Groupe IIIA ou IIIB, EPL Dc – IP5X minimum

Pour les essais d'étanchéité, chaque bague d'étanchéité doit être montée sur un échantillon de câble propre et sec ou un mandrin en métal propre, sec et poli, ayant une dureté de surface maximale de $1,6 \mu\text{m}$, R_a , ayant un diamètre égal au plus petit diamètre admissible dans la bague comme spécifié par le fabricant de l'entrée de câble. Pour les besoins de cet essai, l'entrée de câble avec le câble ou le mandrin doit être soumise à l'essai après avoir été fixée à une enveloppe adaptée assurant que la méthode d'étanchéité à l'interface entre l'entrée de câble et l'enveloppe ne compromet pas les résultats d'essai. Préalablement aux essais IP requis, les échantillons pour essai doivent être soumis aux essais d'endurance thermique (26.8 et 26.9), ainsi qu'aux essais de résistance au choc (26.4.2).

NOTE Ces échantillons d'essai ne sont pas nécessairement les mêmes échantillons d'essai que ceux soumis aux essais de tension décrits en A.3.1.4 et aux essais de résistance mécanique décrits en A.3.1.5.

A.4 Marquage

A.4.1 Marquage des entrées de câble

Les entrées de câble doivent être marquées conformément à 29.3 et, sauf indication contraire du fabricant, doivent comprendre le marquage relatif au mode de protection « e » en plus du marquage relatif à tout autre mode de protection pertinent; et, dans le cas d'une entrée fileté, au type et au pas du filetage.

NOTE 1 Les exigences complémentaires pour les entrées de câble de mode de protection « d » sont données dans la CEI 60079-1.

NOTE 2 Les exigences complémentaires pour les entrées de câble de mode de protection « t » sont données dans la CEI 60079-31.

NOTE 3 Les exigences minimales IP diffèrent en fonction du Groupe du matériel. Voir A.3.4.

Lorsque l'espace pour le marquage est limité, les exigences de marquage réduites indiquées en 29.10 peuvent être appliquées.

A.4.2 Marquage des bagues d'étanchéité des câbles

Les bagues d'étanchéité des entrées de câble qui admettent une variété de tailles de bagues doivent porter l'indication du diamètre minimal et du diamètre maximal, en millimètres, des câbles admis.

Lorsque la bague d'étanchéité des câbles est solidarifiée avec une rondelle métallique, le marquage peut être apposé sur la rondelle.

Les bagues d'étanchéité des câbles doivent être identifiées permettant à l'utilisateur de déterminer si la bague est appropriée à l'entrée de câble.

Lorsque l'entrée de câble et la bague sont destinées à être utilisées à des températures de service en dehors de la plage comprise entre -20 °C et $+80\text{ °C}$, elles doivent être marquées avec la plage de températures.

Annexe B (normative)

Exigences pour les composants Ex

Les composants Ex doivent être conformes aux exigences des articles énumérés dans le Tableau B.1.

Tableau B.1 – Articles auxquels les composants Ex doivent être conformes

Article ou paragraphe	S'applique (oui ou non)	Remarques
1 à 4 (inclus)	Oui	
5	Non	Sauf que les limites de températures de service doivent être spécifiées
6.1	Oui	
6.2	Non	
6.3	Non	
6.4	Non	
6.5	Oui	
6.6	Oui	
7.1	Oui	Voir Note 1
7.2	Oui	Voir Note 1
7.3	Oui	Si extérieur (voir Note 1)
7.4	Oui	Si extérieur (voir Note 1)
7.5	Oui	Si extérieur (voir Note 1)
8	Oui	
9.1	Oui	
9.2	Oui	Mais uniquement s'il s'agit d'une enveloppe de matériel
9.3	Oui	Mais uniquement s'il s'agit d'une enveloppe de matériel
10	Oui	
11	Oui	
12	Oui	
13	Oui	
14	Oui	
15.1.1	Oui	Mais uniquement s'il s'agit d'une enveloppe de matériel
15.1.2	Oui	Mais uniquement s'il s'agit d'une enveloppe de matériel
15.2	Oui	
15.3	Oui	
0	Oui	
15.5	Oui	
16	Oui	Mais uniquement s'il s'agit d'une enveloppe de matériel
17	Non	Sauf pour les enveloppes de machines
17.2	Oui	
19	Oui	
20	Oui	
21	Oui	
22.1	Oui	
22.2	Non	
23	Oui	

Tableau B.1 (suite)

Article ou paragraphe	S'applique (oui ou non)	Remarques
24	Oui	
25	Oui	
26.1	Oui	
26.2	Non	
26.3	Oui	
26.4	Oui	Mais uniquement s'il s'agit d'une enveloppe de matériel
26.5	Oui	Mais uniquement s'il s'agit d'une enveloppe de matériel
26.5.1	Oui	Lorsque nécessaire pour définir la température de service
26.5.2	Oui	Lorsque la température maximale est spécifiée
26.5.3	Oui	Lorsque la relaxation « petit composant » a été utilisée
26.6	Oui	
26.7	Oui	Lorsque la température maximale est spécifiée
26.8	Oui	
26.9	Oui	
26.10	Oui	Mais uniquement s'il s'agit d'une enveloppe de matériel
26.11	Oui	Mais uniquement s'il s'agit d'une enveloppe de matériel du Groupe I
26.12	Oui	Mais uniquement s'il s'agit d'une enveloppe de matériel
26.13	Oui	Mais uniquement s'il s'agit d'une enveloppe de matériel
26.14	Oui	Mais uniquement s'il s'agit d'une enveloppe de matériel
26.15	Oui	Mais uniquement s'il s'agit d'une enveloppe de matériel
26.16	Oui	Mais uniquement s'il s'agit d'une enveloppe de matériel
27	Oui	
28	Oui	
29.2	Oui	Marquage exigé sur le composant Ex
29.3	Non	
29.4	Oui	Voir Note 2
29.5	Oui	Voir Note 2
29.6	Oui	
29.7	Oui	
29.8	Oui	
29.9	Oui	
29.10	Oui	
29.11	Oui	
29.12	Non	
29.13	Oui	
29.14	Oui	
29.16	Non	
30	Oui	

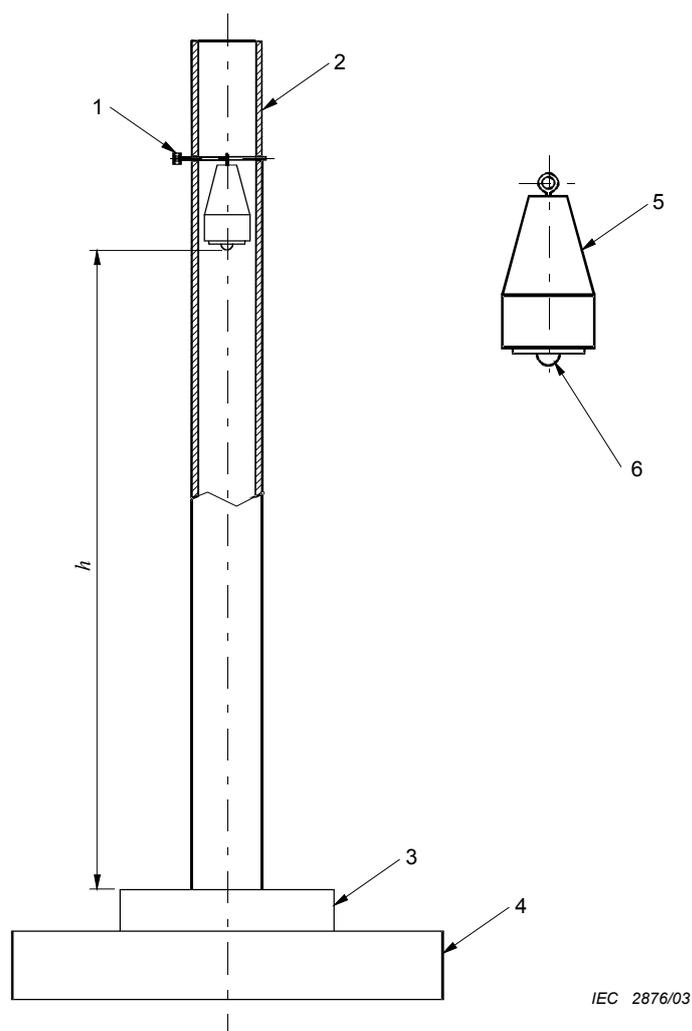
NOTE 1 Il est nécessaire de tenir compte des circonstances dans lesquelles ces exigences s'appliquent aux composants placés dans d'autres enveloppes.

NOTE 2 Le classement en température ne s'applique pas aux composants Ex.

Annexe C (informative)

Exemple de dispositif pour l'essai de résistance au choc mécanique

Voir la Figure C.1 pour un exemple de dispositif pour l'essai de résistance au choc mécanique.



Composants

- | | |
|--|--|
| 1 broche de positionnement | 5 masse de 1 kg en acier |
| 2 tube de guidage en matière plastique | 6 pièce de frappe de 25 mm de diamètre en acier trempé |
| 3 éprouvette | h hauteur de chute |
| 4 socle en acier (masse ≥ 20 kg) | |

Figure C.1 – Exemple de dispositif pour l'essai de résistance au choc mécanique

Annexe D (informative)

Moteurs alimentés par des convertisseurs

Lorsque des moteurs sont alimentés par un convertisseur pour permettre un fonctionnement à différentes vitesses et charges, il est nécessaire d'établir le comportement thermique avec le convertisseur particulier (et le filtre de sortie, le cas échéant) dans toute la gamme de vitesses et de couples spécifiée. Ceci doit être réalisé au moyen d'un ensemble d'essais de type et de calculs. Les méthodes spécifiques à utiliser sont décrites dans les normes spécifiques au mode de protection.

NOTE 1 Du fait des difficultés possibles dans la mise en œuvre d'un essai avec l'assemblage exact moteur/convertisseur, des essais utilisant un convertisseur similaire peuvent être acceptables sous réserve de la comparaison des caractéristiques.

NOTE 2 Il peut également être nécessaire de tenir compte de facteurs supplémentaires, par un accord entre le constructeur, l'utilisateur et l'installateur. Ceci comprend la fourniture de filtres de sortie supplémentaires ou d'inductances par l'utilisateur, ainsi que la longueur de câble entre le convertisseur et le moteur, qui affectent tous deux la tension d'entrée du moteur et peuvent constituer une cause supplémentaire d'échauffement du moteur.

Pour certains modes de protection, il est généralement nécessaire d'utiliser un dispositif de protection. Ce dispositif doit être spécifié dans la documentation et son efficacité doit être démontrée par essai ou par calcul.

NOTE 3 Une commutation à haute fréquence dans les convertisseurs peut conduire à de rapides montées en tension contraignantes dans les bobinages et les circuits de câbles et par conséquent à une source potentielle supplémentaire d'inflammation. Il est nécessaire de tenir compte des effets de ces contraintes selon le mode de protection. Dans certaines circonstances, il est nécessaire d'ajouter un filtre de sortie supplémentaire après le convertisseur.

La documentation descriptive du moteur doit inclure les paramètres nécessaires et les conditions requises pour une utilisation avec un convertisseur.

Des courants parasites peuvent être introduits dans les arbres et les paliers des moteurs alimentés par des convertisseurs. Il convient d'appliquer une ou plusieurs des solutions suivantes:

- Utilisation de filtres de sortie adaptés
- Utilisation de balais de mise à la terre des arbres avec un mode de protection adapté à l'EPL prévu
- Application de techniques d'isolation des paliers
- Systèmes de câblage de liaison équipotentielle et de mise à la terre et systèmes d'égalisation de tension
- Topologie appropriée des convertisseurs adaptée à la conception des moteurs pour réduire au minimum les tensions de mode commun.

Des méthodes alternatives, pouvant démontrer la suppression des tensions de mode commun, peuvent être utilisées.

NOTE 4 Des informations supplémentaires sont fournies dans la CEI/TS 60034-17, la CEI 60034-25 et l'IEEE/PCIC-2002-08.

NOTE 5 Ces courants parasites peuvent également être introduits dans d'autres parties du système mécanique entraînées par le moteur. Une protection analogue peut également être exigée à ce stade.

NOTE 6 Le rayonnement électromagnétique des câbles des moteurs alimentés par un convertisseur peut être suffisant pour perturber le bon fonctionnement des circuits filaires pilotes du Groupe I.

Annexe E (informative)

Essais d'échauffement des machines électriques tournantes

Le fait de déterminer si la tolérance positive maximale ou la tolérance négative maximale relative à la tension assignée génère la température maximale de surface dépend typiquement des conditions suivantes:

- Les machines asynchrones de petite dimension ayant une puissance assignée inférieure à 5 kW, présentent généralement la température maximale de surface lorsqu'elles fonctionnent sous une tension appliquée **supérieure** à la tension assignée, en raison de la perte dans le fer et du courant magnétisant, qui augmente rapidement proportionnellement à la saturation du noyau de fer à la tension appliquée supérieure.
- Les machines asynchrones ayant une puissance assignée comprise entre 5 kW et 20 kW sont influencées par de nombreux facteurs qui déterminent la performance; il n'est de ce fait pas possible de prévoir l'effet dominant sans une connaissance détaillée de la conception spécifique.
- Les machines asynchrones de plus grande dimension ayant une puissance assignée supérieure à 20 kW, présentent généralement la température maximale de surface lorsqu'elles fonctionnent sous une tension appliquée inférieure à la tension assignée, en raison des plus grandes pertes I^2R dues à l'augmentation des courants. Dans ce cas, ces pertes sont généralement supérieures à celles qui se produiraient du fait des pertes dans le fer et du courant magnétisant résultant de l'application d'une tension supérieure à la tension assignée.

NOTE 1 Les puissances assignées présentées sont des valeurs de référence générales, selon la magnétisation relative du noyau. Des machines à polarité élevée ou une personnalisation spécifique peuvent influencer les valeurs.

Les méthodes alternatives de détermination de la température détaillées dans la CEI 60034-29 peuvent être appliquées. Il convient d'inclure les facteurs de tension d'alimentation "±5 %" ou "±10 %" spécifiés en 26.5.1 dans la détermination de la température maximale de surface lorsque les méthodes définies dans la CEI 60034-29 sont appliquées.

Il convient de déterminer la montée en température maximale de surface des machines alimentées par un convertisseur dans les conditions « les plus défavorables » à l'aide de l'une des méthodes d'essai décrites ci-dessous:

- Convertisseur spécifique
 - Il convient de soumettre la machine à l'essai avec le convertisseur prévu.
- Convertisseur comparable
 - La machine peut être soumise à l'essai au moyen d'un convertisseur comparable lorsque les informations disponibles sont suffisantes pour évaluer la comparabilité. Des facteurs de sécurité supplémentaires peuvent être appliqués afin de tenir compte du degré de comparabilité.
- Alimentation sinusoïdale
 - Il convient que le couple de rotation de la machine soit proportionnel au carré de la vitesse.
 - Il convient de soumettre le moteur à une charge maximale au régime assigné.
 - Les méthodes alternatives de détermination de la température détaillées dans la CEI 60034-29 peuvent également être appliquées.
 - Des facteurs de sécurité supplémentaires peuvent être appliqués afin de tenir compte du degré de comparabilité.

- Moteurs relevant du mode de protection «d», «p²» ou «t» soumis à l'essai avec une alimentation sinusoïdale
 - Application d'une protection thermique directe appropriée, généralement au niveau de l'enroulement du stator, ayant une marge suffisante lui permettant de détecter et d'éviter les températures excessives au droit des paliers de rotor, des couvercles de paliers et des bouts d'arbres. La marge peut être déterminée par essai ou par calcul. L'utilisation obligatoire de la protection thermique est présentée comme une condition particulière d'utilisation.

NOTE 2 Lorsque le constructeur, l'utilisateur et l'organisme de certification (si celui-ci est concerné) ont convenu de leur application, des calculs, associés à des facteurs de sécurité appropriés, peuvent être utilisés pour déterminer la température maximale de surface. Il convient que les calculs soient fondés sur les données d'essai représentatives établies précédemment et soient effectués conformément à la CEI 60034-7 et à la CEI 60034-25.

Pour déterminer la température maximale de surface, il est nécessaire de déterminer la condition « la plus défavorable » du moteur alimenté par un convertisseur, cette condition pouvant inclure les éléments suivants:

- Caractéristiques de couple/régime (couple variable (quadratique) / linéaire / constant par rapport au régime)
 - Les moteurs pour des charges de rotation variables nécessitent de déterminer la température maximale de surface à la puissance maximale et au régime assigné maximal
 - Les moteurs pour des charges linéaires et des charges de rotation constantes nécessitent de déterminer la température maximale de surface au moins au régime maximal et minimal
 - Les moteurs pour des charges complexes nécessitent de déterminer la température maximale de surface au moins aux points d'interruption de la courbe d'accélération/puissance
- Puissance constante
 - Nécessité de déterminer la température maximale de surface au régime minimal et maximal
- Chute de tension (longueur de câble, filtres, convertisseur)
 - La chute de tension de tous les composants doit être prise en compte lors de la planification et de la mise en œuvre de projets. Par conséquent, il est nécessaire de disposer des informations concernant la chute de tension du convertisseur et du filtre, la chute de tension sur toute la longueur du câble, la configuration du système et la tension d'entrée du convertisseur. Il convient que les instructions du constructeur fournissent toutes les informations pertinentes nécessaires pour le calcul / réglage de la plage de fonctionnement en toute sécurité.
- Caractéristiques de sortie de l'alimentation (dV/dt , fréquence de commutation)
 - Des fréquences porteuses inférieures ont tendance à accroître l'échauffement des moteurs. La spécification de la fréquence porteuse minimale peut exiger des conditions particulières d'utilisation.
- Fluide de refroidissement
 - Température maximale de surface déterminée avec le débit assigné minimal / la température maximale assignée du fluide de refroidissement
 - La spécification des exigences relatives au fluide de refroidissement peut exiger des conditions particulières d'utilisation.

² Le mode de protection « px » peut exiger un délai de « refroidissement » obligatoire pour permettre aux composants internes bouillants de refroidir pour atteindre la classe de température du marquage.

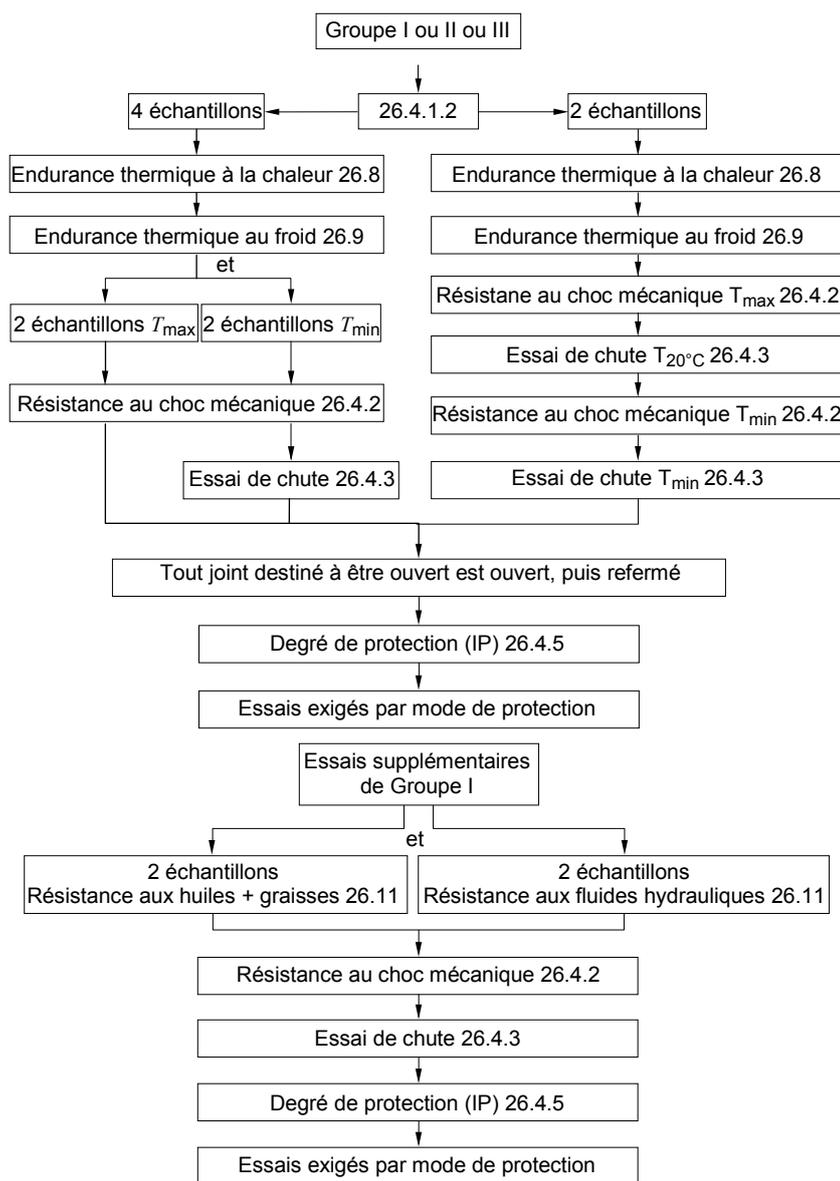
NOTE 3 Le rotor peut fonctionner à une température bien plus élevée que le stator. L'importance du problème varie en fonction du mode de protection. La détermination de la température du rotor est notamment importante pour les moteurs protégés par les modes de protection «nA», «e», ou un «px»³ mais peut également être importante pour les modes de protection «d», «py», ou «t», lorsque le rotor à température élevée conduit au transfert des températures élevées aux paliers et à l'arbre externe.

³ Le mode de protection «px» peut exiger un délai de «refroidissement» obligatoire pour permettre aux composants internes bouillants de refroidir pour atteindre la classe de température du marquage.

Annexe F (informative)

Organigramme suggéré pour les essais des enveloppes non métalliques ou des parties non métalliques d'enveloppes (26.4)

NOTE La présente Annexe fournit uniquement une description succincte générale des essais des enveloppes nécessaires pour les applications de matériel les plus courantes. Il convient d'accorder une attention spécifique au texte détaillé des exigences applicables au moment de l'élaboration du programme d'essai pour un appareil spécifique.



IEC 1142/11

Figure F.1 – Enveloppes non métalliques ou parties non métalliques d'enveloppes

Bibliographie

CEI/TS 60034-17, *Machines électriques tournantes – Partie 17: Moteurs à induction à cage alimentés par convertisseurs – Guide d'application*

CEI/TR 60034-25, *Machines électriques tournantes – Partie 25: Lignes directrices pour la conception et la performance des moteurs à courant alternatif spécialement conçus pour une alimentation par convertisseur*

CEI 60034-29, *Machines électriques tournantes – Partie 29: Techniques par charge équivalentes et par superposition – Essais indirects pour déterminer l'échauffement*

CEI 60079-10-1, *Atmosphères explosives – Partie 10-1: Classement des emplacements – Atmosphères explosives gazeuses*

CEI 60079-10-2, *Atmosphères explosives – Partie 10-2: Classement des emplacements – Atmosphères explosives poussiéreuses*

CEI 60079-14, *Matériel électrique pour atmosphères explosives gazeuses – Partie 14: Installations électriques dans les emplacements dangereux (autres que les mines)*

CEI 60079-17, *Matériel électrique pour atmosphères explosives gazeuses – Partie 17: Inspection et entretien des installations électriques dans les emplacements dangereux (autres que les mines)*

CEI 60079-19, *Atmosphères explosives – Partie 19: Réparation, révision et remise en état du matériel*

CEI 60079-27, *Matériel électrique pour atmosphères explosives gazeuses – Partie 27: Concept de réseau de terrain de sécurité intrinsèque (FISCO) et concept de réseau de terrain non incendiaire (FNICO)*

CEI/TS 60079-32, *Atmosphères explosives – Partie 32: Electrostatique⁴*

CEI 61241-2-1:1994, *Matériels électriques destinés à être utilisés en présence de poussières combustibles – Partie 2: Méthodes d'essai – Section 1: Méthodes de détermination de la température minimale d'inflammation de la poussière*

CEI/TR 61241-2-2, *Matériels électriques destinés à être utilisés en présence de poussières combustibles – Partie 2: Méthodes d'essais – Section 2: Méthode de détermination de la résistivité électrique des couches de poussières*

ISO/CEI 17000, *Evaluation de la conformité – Vocabulaire et principes généraux*

ISO 4225: 1994, *Qualité de l'air – Aspects généraux – Vocabulaire*

⁴ A l'étude.

CLC/TR50427 – *Assessment of inadvertent ignition of flammable atmospheres by radio-frequency radiation – Guide*

IEEE PCIC-2002-08 –*R.F. Schiferl, M. J. Melfi, J. S. Wang, “Inverter driven induction motor bearing current solutions,” 49th Annual IEEE Petroleum and Chemical Industry Conference, 23-25 Sept. 2002, pp. 67 – 75.*

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