

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Explosive atmospheres –
Part 15: Equipment protection by type of protection "n"**

**Atmosphères explosives –
Partie 15: Protection du matériel par mode de protection « n »**



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2010 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 It also gives information on projects, withdrawn and replaced publications.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 60079-15

Edition 4.0 2010-01

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Explosive atmospheres –
Part 15: Equipment protection by type of protection "n"**

**Atmosphères explosives –
Partie 15: Protection du matériel par mode de protection « n »**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE **XB**
CODE PRIX

ICS 29.260.20

ISBN 2-8318-1075-5

CONTENTS

FOREWORD.....	8
1 Scope.....	10
2 Normative references	14
3 Terms and definitions	15
4 General	17
4.1 Equipment grouping and temperature classification	17
4.2 Potential ignition sources	17
5 Temperatures	17
5.1 Maximum surface temperature	17
5.2 Small components	18
6 Requirements for electrical equipment.....	18
6.1 General	18
6.2 Opening times	18
6.3 Minimum degree of protection	18
6.3.1 General	18
6.3.2 Degree of protection provided by installation	18
6.4 Clearances, creepage distances and separations	18
6.4.1 General	18
6.4.2 Determination of working voltage	19
6.4.3 Conformal coating	19
6.4.4 Comparative tracking index (CTI)	19
6.4.5 Measurement of creepage and clearance	19
6.4.6 Compound filled cable sealing boxes	21
6.5 Electric strength	26
6.5.1 Insulation from earth or frame.....	26
6.5.2 Insulation between conductive parts	26
7 Connection facilities and terminal compartments	27
7.1 General	27
7.2 Field wiring connections	27
7.2.1 General	27
7.2.2 Connections made using terminals complying with IEC 60947-7-1, IEC 60947-7-2, IEC 60999-1, or IEC 60999-2	28
7.2.3 Field wiring connection facilities integral to “n” equipment or components.....	28
7.2.4 Connections designed to be used with cable lugs and similar devices	28
7.2.5 Connections using permanent arrangements	28
7.3 Factory connections	28
7.3.1 General	28
7.3.2 Field wiring connection methods used for factory connections	28
7.3.3 Other factory connections.....	28
7.3.4 Permanent connections	28
7.3.5 Pluggable connections.....	29
7.3.6 Terminal bridging connections	29
8 Supplementary requirements for non-sparking electrical machines	29
8.1 General.....	29
8.2 Machine enclosure	30

8.3	Terminal boxes.....	30
8.4	Conduit stopping boxes, cable sealing and dividing boxes.....	30
8.5	Connection facilities for external conductors.....	30
8.6	Neutral point connections.....	30
8.7	Radial air gap.....	31
8.8	Rotor cages.....	31
8.8.1	Rotor cages built from bars connected to end rings.....	31
8.8.2	Cast rotor cages.....	31
8.8.3	Assessment for possible air gap sparking.....	31
8.9	Stator winding insulation system.....	32
8.10	Surface temperature limitation.....	33
8.10.1	Prevention of thermal ignition.....	33
8.10.2	Operation with a frequency convertor or a non-sinusoidal supply.....	33
9	Supplementary requirements for non-sparking fuses and fuse assemblies.....	34
9.1	Fuses.....	34
9.2	Temperature class of equipment.....	34
9.3	Fuse mounting.....	34
9.4	Fuse enclosures.....	34
9.5	Replacement fuse identification.....	34
10	Supplementary requirements for non-sparking plugs and sockets.....	34
10.1	Plugs and sockets for external connections.....	34
10.2	Maintaining degree of protection (IP code).....	35
10.3	Sockets that do not have plugs inserted in normal operation.....	35
11	Supplementary requirements for non-sparking luminaires.....	35
11.1	General.....	35
11.2	Construction.....	35
11.2.1	General.....	35
11.2.2	Enclosure of lamp.....	36
11.2.3	Lampholders.....	36
11.2.4	Auxiliaries.....	37
11.2.5	Creepage distances and clearances.....	38
11.2.6	Terminals.....	39
11.2.7	Internal wiring.....	39
11.3	Luminaires for tubular fluorescent bi-pin lamps.....	39
11.3.1	General.....	39
11.3.2	Maximum ambient temperature.....	39
11.3.3	Temperature class.....	39
11.3.4	Endurance tests and thermal tests.....	40
11.3.5	Resistance to dust and moisture.....	41
11.3.6	Insulation resistance and electric strength.....	41
11.4	Other equipment containing light sources.....	41
12	Supplementary requirements for equipment incorporating non-sparking cells and batteries.....	41
12.1	General.....	41
12.2	Categorization of cells and batteries.....	41
12.2.1	Type 1 cells and batteries.....	41
12.2.2	Type 2 cells and batteries.....	42
12.2.3	Type 3 cells and batteries.....	42

12.3	General requirements for cells and batteries of types 1 and 2	43
12.3.1	General	43
12.3.2	Maximum capacity	43
12.3.3	Secondary cells	43
12.3.4	Cell connection	43
12.3.5	Discharge mode	43
12.3.6	Temperature	43
12.3.7	Creepage and clearance	43
12.3.8	Connections	43
12.3.9	Connecting cells in series	43
12.3.10	Deep discharge protection	43
12.3.11	Temperature test conditions	44
12.3.12	Battery packs	44
12.3.13	Battery pack connections	44
12.3.14	Cell electrolyte and gas release	44
12.3.15	Excessive load draw	44
12.4	Charging of type 1 and type 2 cells and batteries	44
12.4.1	Temperature range	44
12.4.2	Charger specifications	44
12.4.3	Charging separated cells or batteries	44
12.4.4	Charger limitations	44
12.4.5	Charging outside the hazardous area	44
12.4.6	Gassing during charging of type 2 cells or batteries	45
12.5	Requirements for type 3 secondary batteries	45
12.5.1	Types of permissible batteries	45
12.5.2	Battery containers	45
12.5.3	Cells	46
12.5.4	Connections	47
12.6	Verification and tests	47
12.6.1	Insulation resistance	47
12.6.2	Mechanical shock test	47
13	Supplementary requirements for non-sparking low power equipment	47
14	Supplementary requirements for non-sparking current transformers	49
15	Other non-sparking electrical equipment	49
16	General supplementary requirements for equipment producing arcs, sparks or hot surfaces	49
17	Supplementary requirements for enclosed-break devices and non-incendive components producing arcs, sparks or hot surfaces	49
17.1	Type testing	49
17.2	Ratings	49
17.2.1	Enclosed-break devices	49
17.2.2	Non-incendive components	50
17.3	Construction of enclosed-break devices	50
17.3.1	Free internal volume	50
17.3.2	Continuous operating temperature (COT) requirements	50
17.3.3	Seal protection	50
18	Supplementary requirements for hermetically sealed devices producing arcs, sparks or hot surfaces	50

19	Supplementary requirements for sealed devices producing arcs, sparks or hot surfaces	50
19.1	Non-metallic materials	50
19.2	Opening	50
19.3	Internal spaces	50
19.4	Handling	51
19.5	Gasket and seals	51
19.6	Type tests	51
20	Supplementary requirements for restricted-breathing enclosures protecting equipment producing arcs, sparks or hot surfaces	51
20.1	General	51
20.2	Constructional requirements	51
20.2.1	Type of equipment	51
20.2.2	Cable glands and conduit entries	52
20.2.3	Operating rods, spindles and shafts	52
20.2.4	Windows	52
20.2.5	Gasket and seal requirements	53
20.2.6	Non-resilient seals	53
20.2.7	Test port	53
20.2.8	Internal fans	54
20.2.9	Routine test exemptions	54
20.3	Temperature limitation	54
20.3.1	General	54
20.3.2	Temperature calculation	54
20.4	Additional requirements for restricted breathing luminaires	55
20.4.1	Mounting arrangement	55
20.4.2	Reflectors	55
20.4.3	Surface temperatures of restricted breathing luminaires	55
21	General information on verification and tests	55
22	Type tests	55
22.1	Representative samples	55
22.2	Test configuration	55
22.3	Tests for enclosures on which the type of protection depends	55
22.3.1	Thermal endurance tests	55
22.4	Tests for enclosed break devices and non incensive components	56
22.4.1	Preparation of enclosed-break device samples	56
22.4.2	Preparation of non-incensive component samples	56
22.4.3	Test conditions for enclosed-break devices and non-incensive components	56
22.5	Tests for sealed devices	57
22.5.1	Conditioning	57
22.5.2	Voltage test	57
22.5.3	Tests on devices with free space	57
22.5.4	Test for sealed devices for luminaires	58
22.6	Type test requirements for restricted-breathing enclosures	58
22.6.1	General	58
22.6.2	Test procedures	59
22.6.3	Alternative Type test for equipment where the nominal volume of the enclosure changes due to pressure	59

22.7	Test for screw lampholders.....	59
22.8	Test for starter holders for luminaires	60
22.9	Tests for electronic starters for tubular fluorescent lamps and for ignitors for high pressure sodium or metal halide lamps	60
22.9.1	General	60
22.9.2	Moisture resistance, insulation and electric strength test	60
22.9.3	Cut-out device test	60
22.9.4	Life test (failed lamp).....	61
22.10	Test for wiring of luminaires subject to high-voltage impulses from ignitors.....	61
22.11	Mechanical shock test for batteries	62
22.11.1	General.....	62
22.11.2	Test procedure	62
22.11.3	Evaluation criteria	62
22.12	Insulation resistance test for batteries	62
22.12.1	Test conditions.....	62
22.12.2	Evaluation criteria	63
22.13	Additional ignition tests for large or high-voltage machines.....	63
22.13.1	Test for cage rotor construction.....	63
22.13.2	Test for stator winding insulation system incendivity.....	63
23	Routine verifications and tests.....	64
23.1	General.....	64
23.2	Specific routine tests	64
23.2.1	Electric strength test.....	64
23.2.2	Alternate dielectric strength test	64
23.2.3	Routine test requirements for restricted-breathing enclosures	64
23.2.4	Routine tests for electronic starters and ignitors	65
24	Marking	66
24.1	General.....	66
24.2	Where IP marking is required equipment shall be marked in accordance with 6.3. Additional marking for batteries	66
24.3	Examples of marking	67
24.3.1	Warning markings.....	67
25	Documentation	68
26	Instructions.....	68
	Annex A (informative) Application, installation, and testing considerations for Ex “nA” asynchronous machines.....	69
	Bibliography.....	71
	Figure 1 – Examples for determining clearances and creepage distances	26
	Table 1 – Relationship of this part to IEC 60079-0	10
	Table 2 – Minimum creepage distances, clearances and separations.....	20
	Table 3 – Tracking resistance of insulating materials	21
	Table 4 – Separation in compound-filled cable sealing boxes	22
	Table 5 – Assumed voltage of neutral points.....	30
	Table 6 – Potential air gap sparking risk assessment for cage rotor ignition risk factors.....	32
	Table 7 – Minimum distance between lamp and protective cover	36

Table 8 – Creepage distances and clearances at peak values of pulse voltages greater than 1,5 kV	39
Table 9 – Types and use of cells and batteries	42
Table 10 – Minimum creepage distances, clearances and separations for low power equipment.....	48
Table 11 – Insertion torque	59
Table 12 – Minimum removal torque	60
Table 13 – Explosion test mixtures	64
Table 14 – Text of warning markings	67

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

EXPLOSIVE ATMOSPHERES –**Part 15: Equipment protection by type of protection "n"**

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 60079-15 has been prepared by IEC technical committee 31: Equipment for explosive atmospheres.

This fourth edition cancels and replaces the third edition, published in 2005, and constitutes a technical revision.

The significant technical changes with respect to the previous edition are as follows:

- addition of equipment protection levels;
- removal of the requirements for energy-limited "nL" and associated energy limited apparatus "[nL]";
- removal of the requirements for encapsulated Devices "nC";
- requirements for electrical connections expanded and clarified;
- requirements for luminaire ballasts expanded and clarified;
- requirements for evaluation and testing of motor rotors clarified;

- 15 kV limit for equipment protection by type of protection "n" added;
- spacing requirement for voltages above 10 kV modified;
- requirements for restricted breathing enclosures modified;
- modification to requirements for motor rotors and stators;
- addition of Annex A (informative);
- undated references to IEC 60079-0 included.

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

FDIS	Report on voting
31/833/FDIS	31/853/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 International Standard is to be read in conjunction with IEC 60079-0.

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: *Explosives atmospheres*, can be found on the IEC website.

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until the maintenance result 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 15: Equipment protection by type of protection "n"

1 Scope

This part of IEC 60079 specifies requirements for the construction, testing and marking for Group II electrical equipment with type of protection, "n" intended for use in explosive gas atmospheres. This standard applies to electrical equipment where the rated voltage does not exceed 15 kV r.m.s. a.c. or d.c.

This part of IEC 60079 is applicable to non-sparking electrical equipment and also to electrical equipment with parts or circuits producing arcs or sparks or having hot surfaces which, if not protected in one of the ways specified in this standard, could be capable of igniting a surrounding explosive gas atmosphere. This standard describes several different methods by which this can be achieved which may be combined with other methods described in IEC 60079-0.

This standard supplements and modifies the general requirements of IEC 60079-0, except as indicated in Table 1. Where a requirement of this standard conflicts with a requirement of IEC 60079-0, the requirement of this standard takes precedence.

Table 1 – Relationship of this part to IEC 60079-0

Clause of IEC 60079-0			IEC 60079-0 clause application to IEC 60079-15		
Ed. 5.0 (2007) (informative)	Ed. 6.01 (future edition) (informative)	Clause / Subclause title (normative)	Protected sparking nC	Non sparking nA	Restricted breathing nR
4	4	Equipment grouping	Applies	Applies	Applies
4.1	4.1	Group I	Excluded	Excluded	Excluded
4.2	4.2	Group II	Applies	Applies	Applies
4.3	4.3	Group III	Excluded	Excluded	Excluded
4.4	4.4	Equipment for a particular explosive atmosphere	Applies	Applies	Applies
5.1	5.1	Environmental influences	Applies	Applies	Applies
5.1.1	5.1.1	Ambient temperature	Applies	Applies	Applies
5.1.2	5.1.2	External source of heating or cooling	Applies	Applies	Applies
5.2	5.2	Service temperature	Applies	Applies	Applies
5.3.1	5.3.1	Determination of maximum surface temperature	Applies	Applies	Applies
5.3.2.1	5.3.2.1	Group I electrical equipment	Excluded	Excluded	Excluded

¹ Under consideration.

Clause of IEC 60079-0			IEC 60079-0 clause application to IEC 60079-15		
Ed. 5.0 (2007) (informative)	Ed. 6.01 (future edition) (informative)	Clause / Subclause title (normative)	Protected sparking nC	Non sparking nA	Restricted breathing nR
5.3.2.2	5.3.2.2	Group II electrical equipment	Applies	Applies	Applies
5.3.2.3	5.3.2.3	Group III electrical equipment	Excluded	Excluded	Excluded
5.3.3	5.3.3	Small component temperature for Group I and Group II electrical equipment	Applies	Applies	Excluded
6.1	6.1	General	Applies	Applies	Applies
6.2	6.2	Mechanical strength	Applies	Applies	Applies
6.3	6.3	Opening times	Excluded	Excluded	Applies
6.4	6.4	Circulating currents	Applies	Applies	Applies
6.5	6.5	Gasket retention	Applies	Applies	Applies
6.6	6.6	Electromagnetic and ultrasonic radiating equipment	Applies	Applies	Applies
7.1.1	7.1.1	Applicability	Applies	Applies	Applies
7.1.2	7.1.2	Specification of materials	Applies	Applies	Applies
7.1.3	7.1.2.2	Plastic materials	Applies	Applies	Applies
7.1.4	7.1.2.3	Elastomeric materials	Applies	Applies	Applies
7.2	7.2	Thermal endurance	Applies	Applies	Applies
7.3	7.3	Resistance to light	Applies	Applies	Applies
7.4	7.4	Electrostatic charges on external non-metallic materials	Applies	Applies	Applies
7.5	9.1	Threaded holes	Applies	Applies	Applies
8.1.1	8.2	Group I	Excluded	Excluded	Excluded
8.1.2	8.3	Group II	Applies	Applies	Applies
8.1.3	8.4	Group III	Excluded	Excluded	Excluded
8.2	9.1	Threaded holes	Applies	Applies	Applies
9.1	9.1	General	Applies	Applies	Applies
9.2	9.2	Special fasteners	Excluded	Excluded	Excluded
9.3	9.3	Holes for special fasteners	Excluded	Excluded	Excluded
10	10	Interlocking devices	Excluded	Excluded	Excluded
11	11	Bushings	Applies	Applies	Applies
12	12	Materials used for cementing	Modified	Modified	Modified
13	13	Ex components	Applies	Applies	Applies
14	14	Connection facilities and termination compartments	Modified	Modified	Modified
15	15	Connection facilities for earthing and bonding conductors	Applies	Applies	Applies

Clause of IEC 60079-0			IEC 60079-0 clause application to IEC 60079-15		
Ed. 5.0 (2007) (informative)	Ed. 6.01 (future edition) (informative)	Clause / Subclause title (normative)	Protected sparking nC	Non sparking nA	Restricted breathing nR
16	16	Entries into enclosures	Applies	Applies	Applies
17	17	Supplementary requirements for rotating electrical machines	Excluded	Modified	Excluded
18	18	Supplementary requirements for switchgear	Applies	Applies	Applies
19	19	Supplementary requirements for fuses	Modified	Modified	Modified
20	20	Supplementary requirements for plugs and sockets	Modified	Modified	Modified
21	21	Supplementary requirements for luminaires	Modified	Modified	Modified
22	22	Supplementary requirements for caplights and handlights	Applies	Applies	Applies
23	23	Equipment incorporating cells and batteries	Modified	Modified	Modified
24	24	Documentation	Applies	Applies	Applies
25	25	Compliance of prototype or sample with documents	Applies	Applies	Applies
26.1	26.1	General	Applies	Applies	Applies
26.2	26.2	Test configuration	Applies	Applies	Applies
26.3	26.3	Tests in explosive test mixtures	Applies	Applies	Applies
26.4	26.4	Tests of enclosures	Applies	Applies	Applies
26.4.1.1	26.4.1.1	Metallic enclosures, metallic parts of enclosures and glass parts of enclosures	Applies	Applies	Applies
26.4.1.2.1	26.4.1.2.1	Group I electrical equipment	Excluded	Excluded	Excluded
26.4.1.2.2	26.4.1.2.2	Group II and Group III electrical equipment	Applies	Applies	Applies
26.4.2	26.4.2	Resistance to impact	Applies	Applies	Applies
26.4.3	26.4.3	Drop test	Applies	Applies	Applies
26.4.4	26.4.4	Acceptance criteria	Applies	Applies	Applies
26.4.5	26.4.5	Degree of protection by enclosure	Applies	Applies	Applies
26.5	26.5	Thermal tests	Applies	Applies	Applies
26.6	26.6	Torque test for bushings	Applies	Applies	Applies
26.7	26.7	Non-metallic enclosures or non-metallic parts of enclosures	Modified	Modified	Modified
26.8	26.8	Thermal endurance to heat	Modified	Modified	Modified

Clause of IEC 60079-0			IEC 60079-0 clause application to IEC 60079-15		
Ed. 5.0 (2007) (informative)	Ed. 6.01 (future edition) (informative)	Clause / Subclause title (normative)	Protected sparking nC	Non sparking nA	Restricted breathing nR
26.9	26.9	Thermal endurance to cold	Applies	Applies	Applies
26.10	26.10	Resistance to light	Applies	Applies	Applies
26.11	26.11	Resistance to chemical agents for Group I electrical equipment	Excluded	Excluded	Excluded
26.12	26.12	Earth continuity	Applies	Applies	Applies
26.13	26.13	Surface resistance test of parts of enclosures of non-metallic materials	Applies	Applies	Applies
26.14	-	Charging tests	Applies	Applies	Applies
26.15	26.14	Measurement of capacitance	Applies	Applies	Applies
27	27	Routine tests	Applies	Applies	Applies
28	28	Manufacturers responsibility	Applies	Applies	Applies
29	29	Marking	Applies	Applies	Applies
30	30	Instructions	Applies	Applies	Applies
Annex A	Annex A	Supplementary requirements for Ex cable glands	Applies	Applies	Applies
Annex B	Annex B	Requirements for Ex components	Applies	Applies	Applies
Annex C	Annex C	Example of rig for resistance to impact test	Applies	Applies	Applies
Annex D	Annex D	Introduction to an alternative risk assessment method encompassing "equipment protection levels" fro Ex equipment	Applies	Applies	Applies
Applies : this requirement of IEC 60079-0 is applied without change.					
Excluded : this requirement of IEC 60079-0 does not apply.					
Modified : this requirement of IEC 60079-0 is modified as detailed in this standard.					

NOTE 1 The clause number in the above table is shown for information only. The applicable requirements of IEC 60079-0 are identified by the clause title which is normative. This document was written against the specific requirements of IEC 60079-0 (ed. 5.0). The clause numbers for the previous edition are shown for information only. This is to enable the General Requirements IEC 60079-0 (ed. 5.0) to be used where necessary with this part of IEC 60079. Where there were no requirements, indicated by "NR" or there is a conflict between requirements, the later edition requirements take precedence.

NOTE 2 A non-incendive component is limited in use to the particular circuit for which it has been shown to be non-ignition capable and, therefore, cannot be separately assessed as complying with this standard.

NOTE 3 Compliance with this standard does not imply any removal of, or lowering of the requirements of any other standard with which the electrical equipment complies.

NOTE 4 This part of IEC 60079 supplements, and may enhance, the requirements for equipment for normal industrial applications. Where compliance with other IEC standards is indicated, such as IEC 60034 for motors and IEC 60598-2 for luminaires, proving compliance to those standards is normally the responsibility of the manufacturer.

NOTE 5 Type of protection “n” provides Equipment Protection Level (EPL) Gc. For further information, see IEC 60079-0.

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 (all parts), *Rotating electrical machines*

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

IEC/TS 60034-25, *Rotating electrical machines – Part 25: Guidance for the design and performance of a.c. motors specifically designed for converter supply*

IEC 60061 (all parts), *Lamp caps and holders together with gauges for the control of interchangeability and safety*

IEC 60061-1, *Lamp caps and holders together with gauges for the control of interchangeability and safety – Part 1: Lamp caps*

IEC 60068-2-27:2008, *Environmental testing – Part 2-27: Tests – Test Ea and guidance: Shock*

IEC 60079-0:2007, *Explosive atmospheres – Part 0: Equipment – General requirements*

IEC 60079-1, *Explosive atmospheres – Part 1: Equipment protection by flameproof enclosures “d”*

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

IEC 60112, *Method for the determination of the proof and the comparative tracking indices of solid insulating materials*

IEC 60155, *Glow-starters for fluorescent lamps*

IEC 60228, *Conductors of insulated cables*

IEC 60238, *Edison screw lampholders*

IEC 60269-3, *Low-voltage fuses – Part 3: Supplementary requirements for fuses for use by unskilled persons (fuses mainly for household and similar applications) – Examples of standardized systems of fuses A to F*

IEC 60400, *Lampholders for tubular fluorescent lamps and starterholders*

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

IEC 60598 (all parts), *Luminaires*

IEC 60598-1:2008, *Luminaires – Part 1: General requirements and tests*

IEC 60598-2 (all parts), *Luminaires – Part 2: Particular requirements*

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

IEC 60927, *Auxiliaries for lamps – Starting devices (other than glow starters) – Performance requirements*

IEC 60947-7-1, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 7-1: Ancillary equipment – Terminal blocks for copper conductors*

IEC 60947-7-2, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 7-2: Ancillary equipment – Protective conductor terminal blocks for copper conductors*

IEC 60998-2-4, *Connecting devices for low-voltage circuits for household and similar purposes – Part 2-4: Particular requirements for twist-on connecting devices*

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

IEC 60999-2, *Connecting devices – Electrical copper conductors – Safety requirements for screw-type and screwless-type clamping units – Part 2: Particular requirements for clamping units for conductors above 35 mm² up to 300 mm² (included)*

IEC 61048, *Auxiliaries for lamps – Capacitors for use in tubular fluorescent and other discharge lamp circuits – General and safety requirements*

IEC 61184, *Bayonet lampholders*

IEC 61195, *Double-capped fluorescent lamps – Safety specifications*

IEC 61347-1:2007, *Lamp controlgear – Part 1: General and safety requirements*

IEC 61347-2-1, *Lamp controlgear – Part 2-1: Particular requirements for starting devices (other than glow starters)*

IEC 61347-2-2, *Lamp controlgear – Part 2-2: Particular requirements for d.c. or a.c. supplied electronic step-down convertors for filament lamps*

IEC 61347-2-3, *Lamp controlgear – Part 2-3: Particular requirements for a.c. supplied electronic ballasts for fluorescent lamps*

IEC 61347-2-4, *Lamp controlgear – Part 2-4: Particular requirements for d.c. supplied electronic ballasts for general lighting*

IEC 61347-2-7, *Lamp controlgear – Part 2-7: Particular requirements for d.c. supplied electronic ballasts for emergency lighting*

IEC 61347-2-8, *Lamp controlgear – Part 2-8: Particular requirements for ballasts for fluorescent lamps*

IEC 61347-2-9, *Lamp controlgear – Part 2-9: Particular requirements for ballasts for discharge lamps (excluding fluorescent lamps)*

3 Terms and definitions

For the purposes of this document, the terms and definitions given in IEC 60079-0 and the following apply.

3.1

cable sealing box

auxiliary enclosure provided specifically for the purpose of sealing the insulation of a cable (for example, oil insulated cable) where it is connected to an apparatus

The enclosure may also provide for the connection of separate cable tails to the cable

3.2

clearance

shortest distance in air between two conductive parts

3.3

creepage distance

shortest distance along the surface of a solid insulating material in contact with air between two conductive parts

3.4

duty cycle

repetitive variation of load in which the cycle time is too short for thermal equilibrium to be attained in the first cycle

[IEV 411-51-07]

3.5

separation

shortest distance through solid insulating material between two conductive parts

3.6

sealing device

device employing a method other than encapsulation to prevent the flow of a gas or a liquid between apparatus and a conduit by providing sealing facilities

3.7

type of protection "n"

type of protection applied to electrical equipment such that, in normal operation and in certain specified regular expected occurrences, it is not capable of igniting a surrounding explosive gas atmosphere

NOTE 1 Additionally, the requirements of this standard are intended to ensure that a malfunction capable of causing ignition is not likely to occur.

NOTE 2 An example of a specified regular expected occurrence is a luminaire with failed lamp.

3.7.1

non-sparking device "nA"

device constructed to minimize the risk of occurrence of arcs or sparks capable of creating an ignition hazard during conditions of normal operation

NOTE For the purposes of this standard normal operation is considered to exclude the removal or insertion of components with the circuit energized.

3.7.2

devices and components "nC"

3.7.2.1

enclosed-break device "nC"

device incorporating electrical contacts that are made and broken and that will withstand an internal explosion of the flammable gas or vapour which may enter it without suffering damage and without communicating the internal explosion to the external flammable gas or vapour

NOTE The principle difference between enclosed break devices "nC" and flameproof "d" are that the dimensions are not controlled and that safety factors have not been added.

3.7.2.2

hermetically-sealed device "nC"

device which is so constructed that the external atmosphere cannot gain access to the interior and in which the seal is made by fusion, for example by soldering, brazing, welding or the fusion of glass to metal

3.7.2.3

non-incendive component "nC"

components having contacts for making or breaking a specified ignition capable circuit but in which the contacting mechanism is designed and constructed so that the component is not capable of causing ignition of the specified explosive gas atmosphere

NOTE The enclosure of the non-incendive component is not intended to either exclude the explosive gas atmosphere or contain an explosion. This is usually applied to specially constructed switch contacts that are mechanically designed to quench any arc or spark so that they are not a source of ignition.

3.7.2.4

sealed device “nC”

device which is so constructed that it cannot be opened during normal service and is sealed effectively to prevent entry of an external atmosphere

3.7.3

restricted-breathing enclosure “nR”

enclosure that is designed to restrict the entry of gases, vapours and mists

3.8

test port

facility to test the integrity of restricted breathing equipment in the field after installation, during initial inspection and during maintenance

4 General

4.1 Equipment grouping and temperature classification

Equipment grouping and temperature classification shall be in accordance with the equipment grouping and temperature clauses of IEC 60079-0.

4.2 Potential ignition sources

In normal operation and in certain regular expected occurrences specified by this standard, the equipment shall not

- a) produce an operational arc or spark unless that arc or spark is prevented from causing ignition of a surrounding explosive atmosphere by one of the methods described in Clauses 16 to 20;
- b) develop a maximum surface temperature in excess of the maximum value appropriate to the temperature class of the equipment, unless the temperature of the surface or hot spot is prevented from causing ignition of a surrounding explosive atmosphere by one of the methods described in Clauses 16 to 20 as appropriate, or is otherwise shown to be safe as specified in 5.1.

Manually operated arcing or sparking components located within an enclosure that have been considered to be not accessible in normal operation without the use of a tool (see fastener general requirements of IEC 60079-0), may be evaluated as non-sparking (nA) components. These components shall be identified in the documentation prepared in accordance with the documentation requirements of IEC 60079-0.

5 Temperatures

5.1 Maximum surface temperature

The maximum surface temperature shall be determined in accordance with the determination of maximum temperature requirements of IEC 60079-0. The surface to be considered shall be:

- for nR equipment and nC equipment: the external surface of the equipment;

- for type nA equipment: the surface of any part of the electrical equipment, including the surface of internal parts to which the explosive gas atmosphere might have access

NOTE This may be the outside surface of "nC" components located within "nA" equipment.

5.2 Small components

For evaluation of small components, the small component temperature requirements of IEC 60079-0 applies. Temperature relaxations for thin wires and printed circuit tracks contained in IEC 60079-11 may also be used in application of this standard.

6 Requirements for electrical equipment

6.1 General

Electrical equipment with type of protection "n" shall comply with the requirements of this standard and the applicable parts of IEC 60079-0 for the method(s) of protection used.

6.2 Opening times

Except for nR restricted breathing enclosures, the opening time requirements of IEC 60079-0 do not apply.

6.3 Minimum degree of protection

6.3.1 General

Unless specified elsewhere in this standard, the enclosure of the equipment, when tested in accordance with IEC 60079-0 shall provide at least the degree of protection described in a) or b) unless safety would not be impaired by contact with solid foreign bodies or water (for example, strain gauges, resistance thermometers, or thermocouples). In this case, the documentation (see Clause 25) shall explain why and shall prescribe any special installation requirements which may be necessary and the equipment shall be marked with the symbol "X" to indicate this special condition of use (see the marking requirements of IEC 60079-0):

- a) IP54 where there are bare live parts or IP44 where there are insulated live parts;
- b) IP4X where there are bare live parts, or IP2X where there are insulated live parts and the equipment is intended for installation only in locations providing adequate protection against the entry of solid foreign objects or water capable of impairing safety, and the equipment is marked with the symbol "X" (see the marking requirements of IEC 60079-0).

For protected equipment, the degree of protection shall be marked according to Clause 24.

NOTE 1 For requirements for rotating electrical machines, see Clause 8.

NOTE 2 For requirements for non-sparking low power equipment, see Clause 13.

6.3.2 Degree of protection provided by installation

Where the enclosure is completed by the installation of the equipment the marking shall include the symbol "X" and the manufacturer shall provide relevant information in the documentation in accordance with Clause 25.

6.4 Clearances, creepage distances and separations

6.4.1 General

Clearances, creepage distances and separations between conductive parts at different potentials shall meet the appropriate values given in Table 2, except in the following cases:

- neutral point connections of rotating electrical machines complying with 8.6;
- luminaires complying with 11.2.5;
- with regard to sealing by conformal coating, encapsulated or solid insulation separations only, equipment subject to the routine electric strength test of 6.5.2;
- instruments and low power equipment complying with Clause 13.

A circuit which is not referred to earth in normal operation shall be assumed to be earthed at the point by which the highest voltage U is obtained.

6.4.2 Determination of working voltage

Clearances and creepage distances shall be determined as a function of the working voltage specified by the manufacturer of the equipment. Where the equipment is intended for more than one rated voltage or for a range of rated voltage, the value of the working voltage to be used shall be based on the highest value of rated voltage.

6.4.3 Conformal coating

A conformal coating, if applied, shall have the effect of sealing the conductors and the insulating material in question against ingress of moisture. It shall adhere to the conductive parts and the insulating material. If the conformal coating is applied by spraying then two separate coats are to be applied. Other methods of application need only one coat, for example dip coating, brushing, vacuum impregnating, but the intention is to achieve an effective, lasting, unbroken seal. A solder mask alone is not considered as a conformal coating, but can be accepted as one of the two coats when an additional coat is applied, provided the solder mask is not damaged during soldering.

Where bare conductors emerge from the coating, the requirements given in Table 2 shall apply to the conformal coating.

6.4.4 Comparative tracking index (CTI)

The required values of creepage distance are dependent on the working voltage, the resistance to tracking of the electrical insulating material and its surface profile.

Table 3 gives the grouping of electrical insulating materials according to the CTI determined in accordance with IEC 60112. The material groups are identical with those given in IEC 60664-1. Inorganic insulating materials, for example glass and ceramics, do not track and need not therefore be subjected to the determination of the CTI. They are conventionally classified in material group I.

NOTE Transient overvoltages are ignored as they will not normally influence tracking phenomena. However, temporary and functional overvoltages may have to be considered depending upon the duration and frequency of occurrence. See 11.2.5 and Table 8 for pulse voltages in luminaire circuits or IEC 60664-1 for additional information.

6.4.5 Measurement of creepage and clearance

Clearances, creepage distances and separations shall be determined with any movable parts adjusted to give the lowest values possible.

Terminals shall be assessed by measurements made with and without conductors of the largest cross-sectional area specified by the terminal manufacturer.

NOTE 1 This implies that screws of unused terminals always should be fully tightened when the equipment is in service.

Clearances and creepage distances for external connections shall comply with Table 2, but with a minimum value of 1,5 mm.

Figure 1 (examples taken from IEC 60664-1) illustrates the features to be taken into account when determining the appropriate clearances or creepage distance.

NOTE 2 Cement within a joint would normally be considered as obstructing a clearance or creepage path.

The effect of ribs or grooves shall be taken into account provided that

- ribs on the surface have a minimum height of 1,5 mm and a minimum thickness of 0,4 mm appropriate to the mechanical strength of the material;
- grooves in the surface have a minimum depth of 1,5 mm and a minimum width of 1,5 mm.

NOTE 3 Projections above or depressions below the surface are considered as being either ribs or grooves irrespective of their geometric form.

Table 2 – Minimum creepage distances, clearances and separations

Voltage a.c. r.m.s. or d.c. (Note 1) V	Minimum creepage distance (Note 2) mm				Minimum clearances and separation mm		
	Material group				In air	Under Coating (Note 3)	Encapsulated or solid insulation (Note 4)
	I	II	IIIa	IIIb			
≤10 (see Note 5)	1	1	1	1	0,4	0,3	0,2
≤12,5	1,05	1,05	1,05	1,05	0,4	0,3	0,2
≤16	1,1	1,1	1,1	1,1	0,8	0,3	0,2
≤20	1,2	1,2	1,2	1,2	0,8	0,3	0,2
≤25	1,25	1,25	1,25	1,25	0,8	0,3	0,2
≤32	1,3	1,3	1,3	1,3	0,8	0,3	0,2
≤40	1,4	1,6	1,8	1,8	0,8	0,6	0,3
≤50	1,5	1,7	1,9	1,9	0,8	0,6	0,3
≤63	1,6	1,8	2	2	0,8	0,6	0,3
≤80	1,7	1,9	2,1	2,1	0,8	0,8	0,6
≤100	1,8	2	2,2	2,2	0,8	0,8	0,6
≤125	1,9	2,1	2,4	2,4	1	0,8	0,6
≤160	2	2,2	2,5	2,5	1,5	1,1	0,6
≤200	2,5	2,8	3,2	3,2	2	1,7	0,6
≤250	3,2	3,6	4	4	2,5	1,7	0,6
≤320	4	4,5	5	5	3	2,4	0,8
≤400	5	5,6	6,3	6,3	4	2,4	0,8
≤500	6,3	7,1	8	8	5	2,4	0,8
≤630	8	9	10	10	5,5	2,9	0,9
≤800	10	11	12,5	–	7	4	1,1
≤1 000	11		13	–	8	5,8	1,7
≤1 250	12		15	–	10	–	–
≤1 600	13		17	–	12	–	–
≤2 000	14		20	–	14	–	–
≤2 500	18		25	–	18	–	–

Voltage a.c. r.m.s. or d.c. (Note 1) V	Minimum creepage distance (Note 2) mm				Minimum clearances and separation mm		
	Material group				In air	Under Coating (Note 3)	Encapsulated or solid insulation (Note 4)
	I	II	IIIa	IIIb			
≤3 200	22		32	–	22	–	–
≤4 000	28		40	–	28	–	–
≤5 000	36		50	–	36	–	–
≤6 300	45		63	–	45	–	–
≤8 000	56		80	–	56	–	–
≤10 000	71		100	–	70	–	–
≤11 000	78		110	–	75	–	–
≤13 800	98		138	–	97	–	–
≤15 000	107		150	–	105	–	–

NOTE 1 Voltage steps up to 10 000 V are based on the R10 series. For working voltages up to 1 000 V, the actual working voltage may exceed the value given in the table by up to 10 %.

NOTE 2 Values for creepage distances are derived from IEC 60664-1. Up to 800 V, creepage distances are based on pollution degree 3; values between 2 000 V and 10 000 V are based on pollution degree 2. Other values are interpolated or extrapolated.

NOTE 3 Under a conformal coating, see 6.4.3.

NOTE 4 Completely encapsulated in compound to a minimum depth of 0,4 mm, or separation through solid insulating material, for example the thickness of a printed wiring board.

NOTE 5 At 10 V and below, the value of CTI is not relevant and materials not meeting the requirements for material group IIIb may be acceptable.

NOTE 6 The creepage and clearance values shown are based on a maximum rated voltage tolerance of ±10 %.

Table 3 – Tracking resistance of insulating materials

Material group	Comparative tracking index
I	$600 \leq \text{CTI}$
II	$400 \leq \text{CTI} < 600$
IIIa	$175 \leq \text{CTI} < 400$
IIIb	$100 \leq \text{CTI} < 175$

6.4.6 Compound filled cable sealing boxes

Where compound filled cable sealing boxes are used for the termination of external cables supplying equipment with rated voltages in excess of 750 V, the construction shall be such that the creepage distances and clearances given in Table 4 are obtainable for bare live parts, prior to the pouring of the compound.

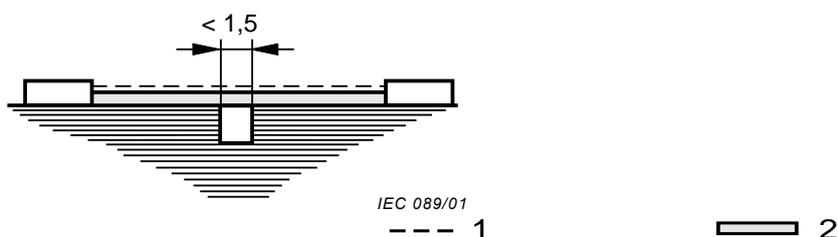
NOTE The requirements in Table 4 differ from those in Table 2 to take account of the properties of the compound and the lower degree of certainty as to whether the designed separations are actually achieved in a particular installation. Voltage values are rated values to align with commonly used supply values.

Table 4 – Separation in compound-filled cable sealing boxes

Rated voltage, <i>U</i> a.c. r.m.s. or d.c. V	Creepage distances mm		Clearances mm	
	Between phases	Between phase and earth	Between phases	Between phase and earth
$750 < U \leq 1\ 100$	19	19	12,5	12,5
$1\ 100 < U \leq 3\ 300$	37,5	25	19	12,5
$3\ 300 < U \leq 6\ 600$	63	31,5	25	19
$6\ 600 < U \leq 11\ 000$	90	45	37,5	25
$11\ 000 < U \leq 13\ 800$	110	55	45	31,5
$13\ 800 < U \leq 15\ 000$	120	60	50	35

Dimensions in millimetres

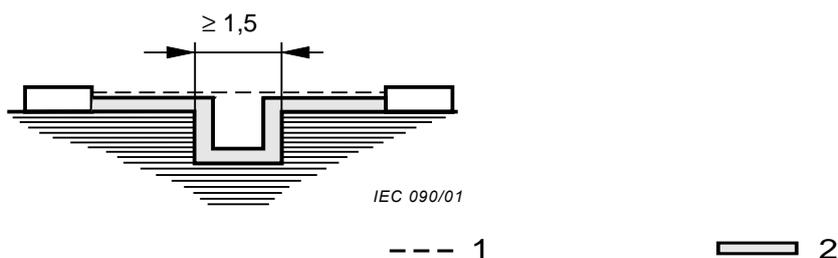
Example 1



Condition: Path under consideration includes a parallel- or converging-sided groove of any depth with a width less than 1,5 mm

Rule: Creepage distance and clearance are measured directly across the groove as shown

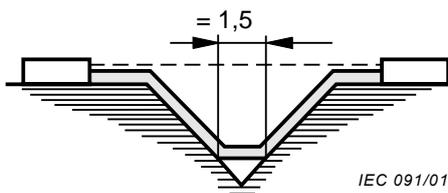
Example 2



Condition: Path under consideration includes a parallel-sided groove of any depth *d* equal to or more than 1,5 mm

Rule: Clearance is the "line of sight" distance. Creepage path follows the contour of the groove

Example 3



IEC 091/01

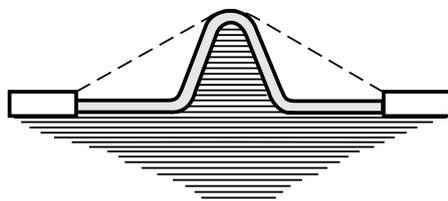
--- 1

▬ 2

Condition: Path under consideration includes a V-shaped groove with a width greater than 1,5 mm

Rule: Clearance is the "line of sight" distance. Creepage path follows the contour of the groove but "short-circuits" the bottom of the groove by 1,5 mm link

Example 4



IEC 092/01

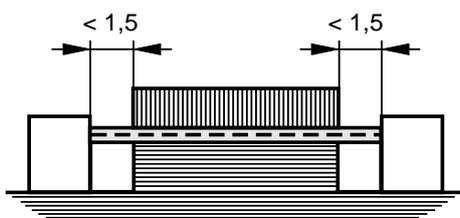
--- 1

▬ 2

Condition: Path under consideration includes a rib

Rule: Clearance is the shortest direct air path over the top of the rib. Creepage path follows the contour of the rib

Example 5



IEC 093/01

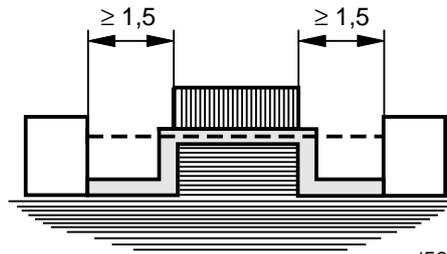
--- 1

▬ 2

Condition: Path under consideration includes an uncemented joint with grooves less than 1,5 mm wide on each side

Rule: Creepage and clearance path is the "line of sight" distance shown

Example 6



IEC 094/01

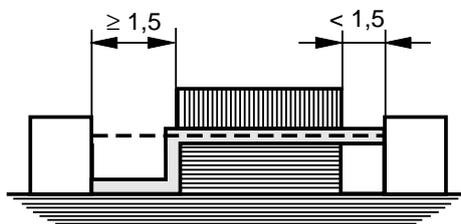
--- 1

▬ 2

Condition: Path under consideration includes an uncemented joint with grooves equal to or more than 1,5 mm wide on each side

Rule: Clearance is the "line of sight" distance. Creepage path follows the contour of the grooves

Example 7



IEC 095/01

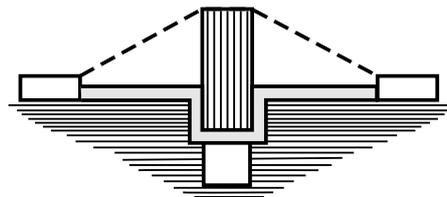
--- 1

▬ 2

Condition: Path under consideration includes an uncemented joint with a groove on one side less than 1,5 mm wide and the groove on the other side equal to or more than 1,5 mm wide

Rule: Clearance and creepage paths are as shown

Example 8



IEC 096/01

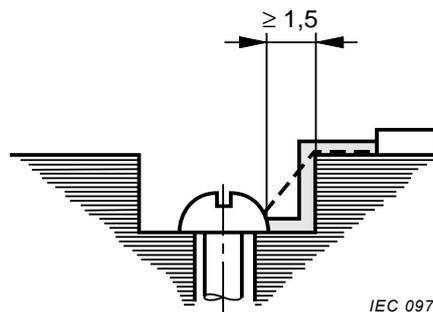
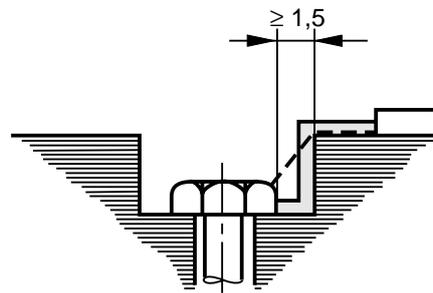
--- 1

▬ 2

Condition: Creepage distance through uncemented joint is less than creepage distance over barrier

Rule: Clearance is the shortest direct air path over the top of the barrier

Example 9



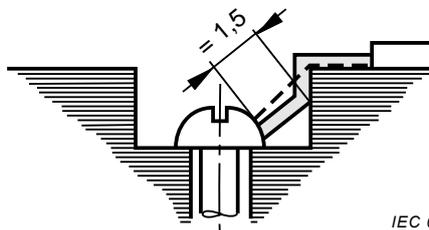
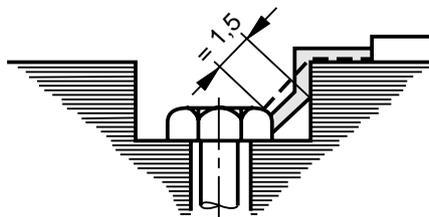
IEC 097/01

--- 1

▬ 2

Gap between head of screw and wall of recess wide enough to be taken into account

Example 10



IEC 098/01

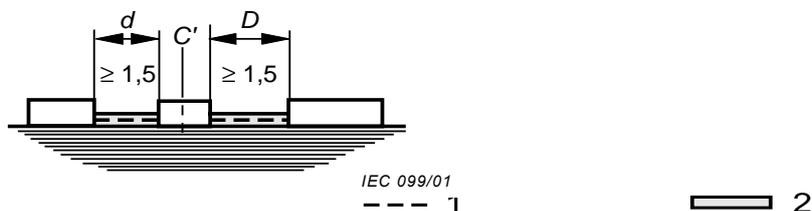
--- 1

▬ 2

Gap between head of screw and wall of recess too narrow to be taken into account

Measurement of creepage distance is from screw to wall when the distance is equal to 1,5 mm

Example 11



C – conductive part interposed in the insulating path between the conductors.

Clearance is the distance $d + D$

Creepage distance is also $d + D$

Key

- 1 clearance
- 2 creepage distance

Figure 1 – Examples for determining clearances and creepage distances

6.5 Electric strength

6.5.1 Insulation from earth or frame

Where the electrical circuits within the equipment are not connected directly to the frame of the equipment or not intended to be connected to the frame in service, the insulation or separation distance used shall withstand without breakdown the following test voltages for $(60, \overset{+5}{0})$ s,:

- for equipment supplied with voltages not exceeding 90 V peak or in which internal voltages not exceeding 90 V peak are present, 500 V r.m.s, $\overset{+5}{0}\%$;
- for other equipment, or where internal voltages in excess of 90 V peak are present, $(2 U + 1\ 000\text{ V})$ r.m.s, $\overset{+5}{0}\%$ or 1 500 V r.m.s. $\overset{+5}{0}\%$, whichever is the greater.

The use of a d.c. test voltage is allowed as an alternative to the specified a.c. test voltage and shall be 170 % of the specified a.c. r.m.s test voltage for insulated windings or 140 % of the specified a.c. r.m.s test voltage for situations where air or creepage distance is the insulating medium.

NOTE U is the higher of either the rated supply voltage or the maximum voltage occurring within the equipment.

For equipment with galvanically isolated parts, the test voltages shall be applied separately, at the appropriate voltage, to each part.

6.5.2 Insulation between conductive parts

In the case of equipment subject to the exception of 6.4.1 with regard to sealing by conformal coating, encapsulated or solid insulation separations, and where breakdown could cause an ignition capable arc, spark or hot surface, the insulation or separation between relevant conductive parts shall be subjected to a routine electric strength test carried out in accordance with 6.5.1.

NOTE As such testing can damage electronic components, for example semiconductors, the test may be carried out on equipment using such devices before they are fitted except where they form the actual path to be measured (for example a metal transistor bolted to the equipment frame, where failure of the insulation may directly produce an ignition capable spark or hot surface in the equipment).

7 Connection facilities and terminal compartments

7.1 General

The connection facility and terminal compartment requirements of IEC 60079-0 are supplemented by the following.

Electrical connections are sub-divided into those for field-wiring and for factory wiring and into permanent types and re-connectable/re-wirable types for convenience in detailing the appropriate requirements.

Each type shall, as applicable:

- a) be constructed in such a way that the conductors cannot slip out from their intended location during tightening of a screw or after insertion;
- b) provide a means to avoid loosening of the connection in service;
- c) be such that contact is assured without damage to the conductors such that would impair the ability of the conductors to fulfil their function, even if multi-stranded conductors are used in connections intended for direct clamping of a single conductor;
- d) provide a positive compression force to ensure contact pressure in service;
- e) be constructed in such a way that the contact they ensure is not appreciably impaired by temperature changes occurring in normal service;
- f) except when subjected to the earth continuity test of IEC 60079-0, provide contact pressure that does not depend on the structural integrity of insulating materials;
- g) not be specified to accommodate more than one individual conductor in a clamping point unless specifically designed and assessed for doing so;
- h) if intended for stranded conductors, employ a means to protect the conductors and distribute the contact pressure evenly. The method of applying contact pressure shall be capable, on installation, of reliably forming the stranded conductor into an effectively solid shape that does not subsequently change in service. Alternatively, the method of applying the contact pressure should be such that it is designed to accommodate any settlement of the strands in service;
- i) for screw connections, have a torque value specified by the manufacturer;
- j) for screwless connections intended for class 5 and/or class 6 fine-stranded conductors according to IEC 60228, the fine-stranded wire shall be equipped with a ferrule or the termination shall have a method to open the clamping mechanism so that the conductors are not damaged during the installation of the conductor.

NOTE 1 The use of aluminium wire may cause difficulties by compromising critical creepage and clearance distances when anti-oxidant materials are applied. The connection of aluminium wire to terminals may be accomplished by the use of suitable bi-metallic connection devices providing a copper connection to the terminal.

NOTE 2 Special precautions against vibration and mechanical shock should be considered.

NOTE 3 Special precautions against electrolytic corrosion should be considered.

NOTE 4 Special precautions against corrosion should be considered where ferrous materials are used.

NOTE 5 The limiting temperature of the insulation of terminal blocks and accessories will usually be based on the limiting temperature of the insulation in accordance with the reduction of mechanical strength, but the limiting temperature allocated to the terminal when used in equipment will also depend on the maximum cable insulation temperature rating of the cable which is to be connected.

7.2 Field wiring connections

7.2.1 General

Terminals for field wiring shall be dimensioned to allow the effective connection of conductors of cross-section equal to at least that corresponding to the rated current of the electrical equipment.

Connections shall be located in a position such that where required to be inspected in service they are reasonably accessible.

The number and size of conductors that can be safely connected shall be specified in the descriptive documentation according to IEC 60079-0.

7.2.2 Connections made using terminals complying with IEC 60947-7-1, IEC 60947-7-2, IEC 60999-1, or IEC 60999-2

Such terminals are intended for the connection of copper conductors with the insulation locally removed and without the addition of intermediate parts other than those replicating the form of a bare conductor, such as a ferrule.

Terminals shall be capable of being fixed in their mountings.

7.2.3 Field wiring connection facilities integral to “n” equipment or components

Terminals shall meet the requirements of 7.2.2, where applicable.

7.2.4 Connections designed to be used with cable lugs and similar devices

Such connections shall be fixed in their mountings. A means of securing the cable to prevent rotation or movement shall be provided to avoid either loosening or compromising creepage and clearance. Alternatively, it shall be demonstrated that such rotation or movement is otherwise restricted. .

NOTE Rotation or movement may be restricted by the strength of the conductor itself or by external means of strain relief.

7.2.5 Connections using permanent arrangements

These connections are typically tails with crimping or soldering facilities that are intended to be connected during installation using appropriate connection methods. Either a means of fixing the completed connections to a suitable location is to be provided or the completed connections are to be provided with means of reliably insulating them to the requirements of this standard. If the method of connection is by soldering, a method of providing mechanical support of the completed connection shall be provided. The security of the joint shall not rely solely on the solder.

7.3 Factory connections

7.3.1 General

Factory connections shall be either fixed in a specific location or be provided with means of meeting the creepage and clearance requirements of this standard.

7.3.2 Field wiring connection methods used for factory connections

Any of the connection methods suitable for use as field wiring connections may be used for a factory connection.

7.3.3 Other factory connections

In addition to the connection methods given in 7.3.2, twist-on connecting devices meeting the requirements of IEC 60998-2-4 may also be used for factory connections.

7.3.4 Permanent connections

Permanent connections shall only be made by

- a) crimping,
- b) brazing,
- c) welding,
- d) soldering, provided that the conductors are not supported by the soldered connection alone.

7.3.5 Pluggable connections

These connections are designed to be readily connected or disconnected during assembly, maintenance, or repair.

NOTE Typical examples are plug-in components, and card edge connectors.

Pluggable connections shall provide one of the following:

- a) each connection or group of connections shall be secured with a mechanical retaining device which may or may not be an integral part of the connector, but which, excluding internal friction, provides a force resisting separation of at least 15 N;

NOTE Where a group of individual connections is mechanically linked, special consideration should be given to the security of the connection.

- b) for a lightweight connecting component relying on friction to remain in place and not attached in any way outside of the connection points, the separating force in Newtons shall be greater than 100 times the mass of the component (in kg) and a mechanical retaining device is not required. The force shall be applied gradually near the centre of the component;

If the factory connection may remain energised when separated, it shall be marked in accordance with item b) of Table 14. For small items, adjacent marking can be provided.

7.3.6 Terminal bridging connections

A terminal bridging connection shall have a separating force in newtons that is greater than 100 times the mass of the component (in kg). The force shall be applied gradually near the centre of the component.

8 Supplementary requirements for non-sparking electrical rotating machines

8.1 General

The requirements in this clause apply to rotating machines within the scope of IEC 60034.

For other rotating devices, for example clock motors, and servo motors, the requirements of this standard including those of this clause, shall apply where they are appropriate.

For non-rotating machines, for example linear motors, the requirements of this standard including those of this clause, shall apply where they are appropriate.

NOTE 1 The requirements of this standard assume that the occurrence of an explosive gas atmosphere and a motor start sequence do not occur simultaneously, and may not be suitable in those cases where these two conditions do occur simultaneously. "Normal" operating conditions for electrical machines are assumed to be rated full-load steady conditions. Starting (acceleration) of electrical machines is excluded as part of "normal" operation under duty S1 or S2. Due to the potential for more frequent starts of motors with duty S3 to S10, the requirements for rotor sparking address the risk of rotor sparking during starting as a "normal" condition. The definitions of duty S1 through S10 are in IEC 60034-1.

NOTE 2 Type 'n' high-voltage motors should not be used where the probability of an explosive gas release cannot be totally disassociated with the start sequence as an independent event. The oil seal systems of centrifugal compressors are known to produce such releases during starting and should be subject to assessment. Seal or lubricating oil systems shared between a motor and its driven compressor are not recommended.

NOTE 3 If certification (third party) is sought, it is not a requirement of this standard that the certification body confirm conformance to IEC 60034 (series). The manufacturer should state the basis of compliance in the documentation, see Clause 25.

8.2 Machine enclosure

Machine enclosures containing bare live parts shall provide a degree of protection not less than IP54, as determined in accordance with IEC 60079-0, and not less than IP20 in other cases.

NOTE The bars and rings of rotor cages are not considered to be bare live parts when determining the degree of protection.

8.3 Terminal boxes

Terminal boxes attached to machines operating at voltages up to 1 kV, may be opened to the interior of the machine, only when the IP rating of the machine is IP44 or higher. The external IP protection of the box shall be not less than IP54, as determined in accordance with IEC 60079-0.

8.4 Conduit stopping boxes, cable sealing and dividing boxes

If fitted, conduit stopping boxes, cable sealing and dividing boxes shall provide a degree of protection not less than IP54 as determined in accordance with IEC 60079-0.

8.5 Connection facilities for external conductors

The connection facilities of rotating machines shall comply with Clause 7.

NOTE Due to the size of cables and glands employed with large rotating machines, a “gland plate assembly” is often applied to allow the cable and glands to be removed from the terminal box as an assembly, this avoiding damage to the terminal box, damage to the cable sealing, damage to the cable gland, or subjecting the cable to stresses liable to damage the cable insulation or the conductors.

8.6 Neutral point connections

In the case of neutral point connections which are not intended for use as an alternative supply connection to the machine, the minimum creepage and clearance requirements shall be determined according to the assumed voltage given in Table 5.

Table 5 – Assumed voltage of neutral points

Voltage <i>U</i> a.c. r.m.s or d.c. V	Assumed voltage of neutral point V
≤ 1000	<i>U</i>
1 000 < <i>U</i> ≤ 3 200	1 000
3 200 < <i>U</i> ≤ 6 300	3 200
6 300 < <i>U</i> ≤ 10 000	6 300
10 000 < <i>U</i> ≤ 13 800	10 000
NOTE Voltages shown are derived from IEC 60664-1. When determining the required values for creepage and clearance, the voltage value in the table may be increased by a factor of 1,1 in order to recognize the range of rated voltages in common use.	

In the case of neutral point connections within the enclosure of the machine, the neutral connection shall be fully insulated unless the ingress protection is IP44 or greater and the machine is not intended to be connected to an earthed line supply.

8.7 Radial air gap

To avoid contact between stator and rotor, a radial air gap shall be specified in the documentation prepared in accordance with Clause 25 and demonstrated by one of the following means:

- a) measurement of the radial air gap of the test sample;
- b) calculation of the minimum radial air gap;

NOTE 1 It is acknowledged that, with assemblies, all parts will not exist at the worst case dimensions simultaneously. A statistical treatment of the tolerances, such as “RMS”, may need to be applied to demonstrate adequate minimum radial air gap.

NOTE 2 It is not a requirement of this standard that the manufacturer’s gap calculations be verified. Also, it is not a requirement of this standard that gap be verified by measurement.

- c) construction in accordance with the following equation:

$$\text{Minimum radial air gap} = \left[0,15 + \left(\frac{D - 50}{780} \right) \left(0,25 + 0,75 \frac{n}{1000} \right) \right] r \times b$$

where

$D = 75$ (for rotor diameters less than 75 mm); or

D is the rotor diameter in millimetres (for values between 75 mm and 750 mm);

$D = 750$ (for rotor diameters greater than 750 mm);

$n = 1\,000$ (for maximum rated speeds not greater than 1 000 r/min); or

n is the maximum rated speed (for values above 1 000 r/min);

$r = 1$ (when the ratio of core length to rotor diameter is not greater than 1,75);

$r = \frac{\text{core length}}{1,75 \times \text{diameter of rotor}}$ (when the value of the expression is greater than 1);

$b = 1$ (for machines with rolling bearings); or

$b = 1,5$ (for machines with plain bearings).

8.8 Rotor cages

8.8.1 Rotor cages built from bars connected to end rings

The joints between bars and short-circuiting rings shall be brazed or welded and compatible materials shall be used to enable high quality joints to be made.

8.8.2 Cast rotor cages

Cast rotor cages shall be made by pressure die-casting or centrifugal casting or equivalent techniques.

8.8.3 Assessment for possible air gap sparking

Rotating electrical machines with a rated output exceeding 100 kW and being other than a duty type S1 or S2, shall be assessed for possible air gap sparking as follows:

If the total sum of the factors determined by Table 6 is greater than 6, one of the following shall be applied:

- a) the machine or a representative sample shall be tested in accordance with 22.13.1; or
- b) the machine design shall allow special measures to be applied during starting to ensure that its enclosure does not contain an explosive gas atmosphere at the time of starting. In

this case, the machine marking shall include the symbol "X", in accordance with item i) of 29.2 of IEC 60079-0, and the specific conditions of use to be employed shall be specified in the documentation as required by Clause 25; or

- c) the starting current of the machine is required to be limited to 300 % of rated current, I_N . When external current limiting is required, the machine marking shall include the symbol "X", in accordance with the marking requirements of IEC 60079-0, and the specific conditions of use shall include that the motor is suitable only for reduced voltage starting which limits the starting current to 300 % of the rated current.

NOTE 1 The use of a converter to provide the current limitation is generally an acceptable solution. For other reduced voltage starting methods, the motor and the reduced-voltage starter need to be carefully coordinated.

NOTE 2 Special measures that can be applied include pre-start ventilation to remove any ignitable accumulation of flammable gases or the application of fixed gas detection (see IEC 60079-29-2) inside the machine enclosure to confirm that the machine is free of ignitable concentrations of flammable gases. Other methods may be applied with the agreement of the manufacturer and the user.

Table 6 – Potential air gap sparking risk assessment for cage rotor ignition risk factors

Characteristic	Value	Factor
Rotor cage construction	Uninsulated bar fabricated rotor cage	3
	Open slot cast aluminium rotor cage ≥ 200 kW per pole	2
	Open slot cast aluminium rotor cage < 200 kW per pole	1
	Closed slot cast rotor cage	0
	insulated bar rotor cage	0
Number of poles	2-pole	2
	4-pole to 8-pole	1
	> 8-pole	0
Rated output	> 500 kW per pole	2
	> 200 kW to 500 kW per pole	1
	≤ 200 kW per pole	0
Radial cooling ducts in rotor	Yes: $L < 200$ mm (Note 1)	2
	Yes: $L \geq 200$ mm (Note 1)	1
	No	0
Rotor or stator skew	Yes: > 200 kW per pole	2
	Yes: ≤ 200 kW per pole	0
	No	0
Rotor overhang parts	Non-compliant (Note 2)	2
	Compliant (Note 2)	0
Temperature class	T1 / T2	2
	T3	1
	≥ T4	0

NOTE 1 L is the length of end packet of core. Experimental tests have shown that sparking occurs predominantly in ducts near the ends of the core.

NOTE 2 Rotor overhang parts should be designed to eliminate intermittent contact and to operate within the temperature classification. Compliance with this ruling gives a factor of 0, otherwise it is 2.

8.9 Stator winding insulation system

Type tests of the stator winding insulation system shall be conducted in accordance with 22.13.2 for the following constructions:

- Equipment Group IIB or IIC – rated voltage exceeding 1 kV;
- Equipment Group IIA – rated voltage exceeding 1 kV for random-wound stators; or
- Equipment Group IIA – rated voltage exceeding 6,6 kV for form-wound stators.

For all stators with a rated voltage above 1 kV, the machine shall be fitted with anti-condensation heaters.

NOTE It is recommended that partial discharges be minimized for all high-voltage windings. For windings with a rated voltage of 6,6 kV, or greater, the use of partial discharge suppressant materials is recommended.

8.10 Surface temperature limitation

NOTE Calculations or tests may be accepted as evidence of compliance with Clause 5 of IEC 60079-0.

8.10.1 Prevention of thermal ignition

The temperature of any external or internal surface to which the explosive gas atmosphere has access shall not, under normal operating conditions, exceed the temperature class in accordance with Clause 5.

The temperature rise during starting is not one of the factors when determining the temperature class if the duty type is S1 or S2 in accordance with IEC 60034-1.

For duty types S3 to S10 starting and load variations shall be taken into consideration.

If a rotating electrical machine is to operate on more than one duty type, it may, as a consequence, have more than one temperature class. In this case the machine shall be marked with the relevant duty types (S1 – S10) and the related temperature classes.

NOTE 1 The exclusion of the consideration of starting conditions in assigning temperature class is appropriate for machines that start occasionally as the probability of an explosive gas atmosphere being present during the starting sequence is considered an acceptable risk.

NOTE 2 For the purpose of assigning temperature class, bringing up to speed of a generator by a converter should be treated as equivalent to the starting of a motor.

8.10.2 Operation with a frequency convertor or a non-sinusoidal supply

8.10.2.1 Test methods

To prove that the thermal limits are not exceeded and functional performance is demonstrated throughout the operational speed range, two methods may be used: a type test or calculation.

8.10.2.2 Type test for a specific converter

Motors supplied at varying frequency and voltage by a convertor shall be tested with the specified convertor or with a comparable convertor in reference to the output voltage and current specifications. The test shall be performed using the detecting or measurement devices used for protection in normal operation. The descriptive documentation for the motor shall include the necessary parameters and conditions required for use with a convertor.

NOTE Additional information on the application of convertor-fed motors can be found in IEC 60034-17 and IEC 60034-25. Major concerns include over-temperature, high frequency and over-voltage effects, bearing currents and requirements for high frequency earthing.

8.10.2.3 Alternative type test by calculation

Alternatively to the type test of 8.10.2.2, the temperature class may be determined by calculation. In cases where the temperature class is determined by calculation, the calculation shall be based on previously established representative test data and in accordance to IEC 60034-25.

NOTE 1 The determination of the temperature class by calculation should be agreed between the manufacturer and the user as appropriate.

NOTE 2 The temperature differential between stator and rotor of a machine operating with a non-sinusoidal supply, or generating into a thyristor load, may vary greatly from the temperature differential that would occur on the same machine operating with a sinusoidal supply, or generating into a linear load. Therefore special attention needs to be paid to the rotor temperature which may be a limiting feature of the machine, particularly in the case of rotor cage windings.

9 Supplementary requirements for non-sparking fuses and fuse assemblies

9.1 Fuses

Fuses shall be deemed non-sparking devices if they are non-rewirable, non-indicating cartridge types or indicating cartridge types, according to IEC 60269-3, operating within their rating.

NOTE 1 Rupture of the fuse is not considered to be normal operation.

NOTE 2 The basis of compliance should be stated in the documentation provided in accordance with Clause 25. If certification (third party) is sought, it is not a requirement of this standard that the certification body confirm conformance to IEC 60269-3.

9.2 Temperature class of equipment

The temperature class of equipment shall consider the external surface of the cartridge, including the indicator if any, of each fuse mounted in the equipment based on the rated current of the equipment.

In the case of multiple sources of heat, a diversity factor may be applied in which case it shall be stated in the documentation (see Clause 25).

9.3 Fuse mounting

Fuse shall be mounted in non-sparking enclosed holders or non-sparking spring holders or shall be soldered in place. Fuse holder connections shall be in accordance with 7.3.5.

9.4 Fuse enclosures

Enclosures containing fuses shall be interlocked so that the fuses can only be removed or replaced with the supply disconnected. Alternatively, the enclosure shall carry the warning given in item a) of Table 14.

9.5 Replacement fuse identification

Unless the fuses are of a non-interchangeable type, provision shall be made for the correct type and value for replacement fuses to be marked adjacent to the fuse holders.

10 Supplementary requirements for non-sparking plugs and sockets

10.1 Plugs and sockets for external connections

Plugs and sockets for external connections shall comply with either item a), b) or c) as follows:

- a) they shall be 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 plug and socket are separated. Switches used for this purpose shall comply with this standard or with one or more types of protection listed in IEC 60079-0;

- b) if they are allocated and connected to only one part of the equipment, they shall be secured mechanically to prevent unintentional separation and the equipment shall be marked with the warning given in item b) of Table 14.
- c) All of the following:
- the part which remains energized is a socket outlet;
 - the plug and socket break the rated current with delayed release to permit the arc to be extinguished before separation;
 - the plug and socket remain flameproof according to IEC 60079-1 during the arc quenching period;
 - the contacts remaining energized after separation are protected according to one of the specific types of protection with equipment protection level Ga, Gb or Gc, listed in IEC 60079-0.

10.2 Maintaining degree of protection (IP code)

Provision shall be made for the fixed part of a plug and socket connector to maintain the degree of protection of the enclosure on which it is mounted, even when the movable part has been removed. If the degree of protection is effectively reduced by accumulation of dust or water, provision shall also be made for maintaining an appropriate degree of ingress protection for the plug and/or socket.

10.3 Sockets that do not have plugs inserted in normal operation

Sockets within equipment which in normal operation do not have a plug inserted and which are used only for maintenance and repairing, are deemed to be non-sparking.

11 Supplementary requirements for non-sparking luminaires

NOTE Portable luminaires should also comply with the relevant requirements of this clause.

11.1 General

Lamps with internal ignitors can cause uncontrolled voltages which can damage ballasts or electronic ignitors. Such lamps shall not be specified for use with luminaires having type of protection "n" unless special precautions are taken to limit possible damage to auxiliaries.

NOTE 1 If certification (third party) is sought, it is not a requirement of this standard that the certification body confirm conformance to IEC 60598-1, IEC 60598-2, IEC 61184, IEC 60238, IEC 60400, IEC 61347-1, IEC 61347-2-1, IEC 61347-2-2, IEC 61347-2-3, IEC 61347-2-4, IEC 61347-2-7, IEC 61347-2-8, IEC 61347-2-9, IEC 61048, IEC 60155, IEC 60927, and IEC 60998-2-4. The manufacturer should state the basis of compliance in the documentation, see Clause 25.

NOTE 2 In order to reduce the time of testing and to allow for any tests that may be destructive, the tests may be performed on additional luminaires or parts of luminaires, provided that these are in the same materials as the original sample and the results of the test are considered to be the same as if carried out on a single sample.

11.2 Construction

11.2.1 General

For fluorescent tubes, the distance between the lamp and a protective cover shall be not less than 5 mm unless the protective cover is a concentric cylindrical tube, in which case the minimum distance is 2 mm. For other lamps, the distance between the lamp and the protective cover shall be not less than the value given in Table 7 according to the lamp wattage

Table 7 – Minimum distance between lamp and protective cover

Lamp wattage, P W	Minimum distance mm
$P \leq 60$	3
$60 < P \leq 100$	5
$100 < P \leq 500$	10
$500 < P$	20

11.2.2 Enclosure of lamp

The whole of the lamp(s) shall be enclosed within the light transmitting cover as part of the luminaire.

11.2.3 Lampholders**11.2.3.1 General**

Lampholders, in addition to complying with the safety and interchangeability requirements of the relevant standard, shall be of the non-sparking type according to 11.2.3.2, 11.2.3.3 and 11.2.3.4.

NOTE Normal operation does not include the removal and insertion of lamps when their circuits are energized.

11.2.3.2 Bayonet non-sparking lampholders

Bayonet non-sparking lampholders shall comply with the requirements of IEC 61184. They shall incorporate spring contacts so designed that the springs are not the principal means of carrying the current.

The connecting wires and their insulation shall not be damaged when the lamp is inserted or removed. The lampholder shall be of a type designed to prevent sparking under conditions of vibration. The spring elements used shall ensure a contact force of at least 10 N between lampholder and lampcap.

11.2.3.3 Screw non-sparking “nA” lampholders

Screw non-sparking lampholders shall comply with the safety and interchangeability requirements of IEC 60238 when mounted in the luminaire. Screw lampholders shall prevent self-loosening of the lamp after insertion. For lamp caps other than E10, this shall be shown by meeting the mechanical test of 22.7. The lampholder shall be of a type designed to prevent sparking under conditions of vibration. The spring elements used shall ensure a contact force of at least 10 N between lampcap and lampholder.

NOTE The threaded part of the lampholder should be of material which is resistant to corrosion under the likely conditions of service.

11.2.3.4 Bi-pin non-sparking lampholders

Bi-pin non-sparking lampholders shall comply with the safety and interchangeability requirements of IEC 60400 when mounted in the luminaire. They shall also be designed to make and maintain contact on the barrels of the lamp pins. Contact pressures shall be adequate and the pins of the lamp shall be supported to prevent distortion when they are subject to contact side pressure. The mechanical dimensions and the mounting conditions in the luminaire shall take into account the mechanical values and the tolerances specified for

the lamp in IEC 60061-1, IEC 61195 and IEC 60400. The lampholder shall be of a type designed to prevent sparking under conditions of vibration.

NOTE This can be shown by the complete luminaire meeting the vibration test for rough service luminaires in IEC 60598-1 using the test arrangement as given in IEC 60079-7.

11.2.4 Auxiliaries

11.2.4.1 General

When mounted in the luminaire, auxiliaries shall comply with the electrical and mechanical safety requirements of IEC 61347-1, IEC 61347-2-1, IEC 61347-2-2, IEC 61347-2-3, IEC 61347-2-4, IEC 61347-2-7, IEC 61347-2-8, IEC 61347-2-9, IEC 61048 and IEC 60155, as applicable, or of other appropriate standards.

Auxiliaries outside of the scope of the above standards shall be constructed in accordance with this standard or other Ex protection standards. Where required they shall be additionally subject to the tests in this standard.

Auxiliaries within the scope of the above standards are not required to comply with the requirements of IEC 60079-0 for non metallic materials on which the type of protection depends. Where the manufacture of the auxiliary is not controlled by the luminaire manufacturer the documentation shall define the construction of the auxiliary sufficiently to ensure that requirements of this standard are complied with.

11.2.4.2 Glow-type starters

Glow-type starters shall be of the type in which the contacts are enclosed in a hermetically-sealed envelope (for example, glass bottle inside a metal or plastics enclosure; the enclosure does not have to be hermetically sealed).

11.2.4.3 Electronic starters and ignitors

Electronic starters and ignitors shall have a starting pulse voltage not exceeding 5 kV and shall comply with the safety and performance requirements of IEC 61347-2-1 and IEC 60927, respectively. They shall be non sparking devices and meet the requirements of 22.9. If the case is made of metal, it shall be bonded to the earth terminal of the luminaire. Electronic starters and ignitors that are sealed, potted or moulded in a case shall additionally comply with the relevant requirements specified in 22.9 and with the relevant requirements of 22.5.

Ignitors shall be subject to the endurance test in 22.9.4.1.

NOTE 1 The requirements of 22.5 and 22.9 are additional to those in the auxiliary standards. Electronic starters or ignitors which are neither encapsulated nor sealed should be assessed in accordance with the relevant clauses of this standard.

NOTE 2 Whether or not the starter is fitted with a cut-out device will influence the temperature classification (see 22.9).

NOTE 3 Luminaire auxiliaries need not meet the requirements of IEC 60079-18.

11.2.4.4 Starter holders

Starter holders shall be of the non-sparking type and shall comply with the safety and interchangeability requirements of IEC 60400 when mounted in the luminaire.

Both starter and holder shall be mounted within the enclosure in such a way that the assembly is adequately supported to prevent movement that could give rise to sparking under conditions of vibration.

In particular, contacts shall be resilient and shall provide adequate contact pressure.

Compliance shall be checked by the test specified in 22.8.

11.2.4.5 Ballasts

The limiting temperature of ballasts, lampholders and lamps shall not be exceeded even in the case of aged lamps. The luminaire shall be subjected to the thermal tests of IEC 60079-0. The stabilized temperature of the ballast, lampholder, and the lamp itself shall be less than the limiting temperature, or a cut-off device shall be used to switch off the power before the limiting temperature is exceeded. Resetting of the cut off device shall only be possible manually (e.g. by switching off the power for resetting).

Ballasts which are used with ignitors that have a working voltage above 1,5 kV shall be of the following construction:

- in accordance with IEC 61347-2-8 and IEC 61347-2-9;
- not be of the type which can only be used with ignitors having a timed cut-out.

Ballasts subjected to only the 30 day voltage impulse type test shall only be used with timed cut-out ignitors.

If ignitors without timed cut-out are used, the voltage impulse test in IEC 61347-2-8 and IEC 61347-2-9 shall be run for 60 days.

Electronic ballasts according to IEC 61347-2-3, IEC 61347-2-4, IEC 61347-2-7, shall not produce temperatures in excess of the temperature class when subjected to the abnormal conditions given in those standards.

If the ballast is not protected by an internal over current device on the printed circuit boards of electronic ballasts, the requirements for creepage and clearance distances in Table 3 of IEC 61347-1 apply without the exemptions permitted in that standard. If such an over current device is used the creepage and clearance distances on the supply side of the over current device shall be in line with Table 2. The over current device, if employed, shall have a rated voltage not less than that of the circuit and shall have a breaking capacity not less than the fault current of the circuit.

NOTE The rating of the fuse selected should reflect the current of the ballast in normal operation, inrush impulses as well as the EMC stresses (e.g. surge).

11.2.5 Creepage distances and clearances

With exception of the supply terminals for which the creepage and clearance of Table 2 apply, the creepage distance and clearance requirements of the relevant clause of IEC 60598 shall apply.

In addition, where circuits include ignitors that can subject lamps, lampholders and other components to high-voltage impulses in excess of 1,5 kV peak, the relevant minimum creepage distances and clearances shall comply with Table 8.

Table 8 – Creepage distances and clearances at peak values of pulse voltages greater than 1,5 kV

Part	Peak pulse voltages V_{pk}			
	kV	kV	kV	kV
	Above 1,5 and up to 2,8	Above 2,8 and up to 5,0	Above 1,5 and up to 2,8	Above 2,8 and up to 5,0
	Creepage mm		Clearances mm	
Lamp cap	4	6	4	6
Inside parts of lampholders	6	9	4	6
External parts of lampholders	8	12	6	9
Other built-in components ^a that are subject to the pulsed voltage of the ignitor	8	12	6	9

^a Unless the component itself is an encapsulated device or a sealed device.

11.2.6 Terminals

11.2.6.1 Looping connections

For luminaires with more than one cable or conduit entry where the entries are to be used for looping the supply and earthing conductors the looping connections shall be provided.

11.2.6.2 Screw type lampholder polarity

Where a screw-type lampholder is used, the centre contact of the lampholder shall be connected directly or indirectly to the live terminal of the supply connection in the luminaire.

11.2.7 Internal wiring

Internal wiring shall be chosen and applied in accordance with temperatures and voltages that may be encountered. Where circuits include ignitors that subject some internal wiring to high-voltage impulses, such wiring shall be chosen so that the insulation is satisfactory for such impulses, which is shown by meeting the electric strength test of 22.10.

11.3 Luminaires for tubular fluorescent bi-pin lamps

11.3.1 General

Luminaires for tubular fluorescent bi-pin lamps shall additionally comply with the following requirements.

11.3.2 Maximum ambient temperature

The maximum ambient temperature for a luminaire with tubular fluorescent bi-pin lamps employing an electronic ballast shall not exceed 60 °C.

NOTE This limitation is to achieve a T4 temperature class even under the end of life conditions for the lamp.

11.3.3 Temperature class

As the limiting temperature of a luminaire with tubular fluorescent bi-pin lamps employing an electronic ballast can exceed the temperatures appropriate for temperature classes T5 and T6, those temperature classes shall not be permitted.

NOTE If it can be demonstrated that an electronic ballast can detect the end of life condition and so limit the maximum surface temperature then T5 and T6 temperature classes may be possible. Luminaires for fluorescent lamps normally have a T4 temperature class.

11.3.4 Endurance tests and thermal tests

11.3.4.1 General

The endurance and thermal test requirements of the relevant part of IEC 60598-2 shall apply together with the requirements specified in 11.3.4.2 to 11.3.4.4.

11.3.4.2 Thermal test (normal operation)

When tested in accordance with 12.4 of IEC 60598-1, the temperatures shall not exceed the values shown in Tables 12.1 and 12.2 of that standard.

11.3.4.3 Thermal test (abnormal conditions)

11.3.4.3.1 Temperatures except for windings

Except for windings (see 11.3.4.3.2), the temperatures shall not exceed the values given in 12.5 of IEC 60598-1 under conditions representing abnormal service conditions (where applicable but not representing a defect in the luminaire or misuse) using a test voltage of:

- a) for filament lamp luminaires, 1,10 times the voltage that would provide rated power;
- b) for tubular fluorescent and other discharge lamp luminaires, 1,10 times the rated voltage;
- c) for luminaires containing electronic ballasts and similar devices, that value between 0,90 and 1,10 times the rated voltage which produces the most onerous condition.

11.3.4.3.2 Temperatures for windings

For windings, the values in Table 12.3 of IEC 60598-1 for the maximum temperature of a winding shall be reduced by 20 °C.

The temperature of windings of ballasts containing thermal protective devices may exceed these temperatures by up to 15 K for 15 min, prior to operation of the protective device.

11.3.4.3.3 Tests for luminaires containing electronic ballasts

The requirements of the relevant subclause of IEC 61347-2-3 shall apply together with following modifications:

- the asymmetric pulse test and the asymmetric power dissipation test shall be conducted;
- for T8, T10, and T12 lamps, the maximum cathode power observed during the tests shall not exceed 10 W, for T4 lamps, the power shall not exceed 3 W and for T5 lamps, shall not exceed 5 W.

NOTE 1 The temperature used for the test is the standard ambient temperature in the laboratory (23 ± 2) °C.

NOTE 2 The limits for the power dissipation in cathodes of lamps supplied by electronic ballasts limits were derived from experimental data on luminaires operated in an ambient temperature of 60 °C and with a temperature class of T4.

NOTE 3 It is recognized that electronic ballasts can overdrive lamps creating very hot surfaces near the cathodes in a way not possible using simple reactive ballasts.

11.3.4.4 Surface temperatures

11.3.4.4.1 Luminaires

Under both normal and specified regular expected conditions, the surface temperature of any internal part of the luminaire, or the external surface of the luminaire, shall not exceed either the temperature class or the maximum specified surface temperature.

The maximum surface temperature prescribed by IEC 60079-0 may be exceeded at the lamp when the highest surface temperature of the lamp inside the luminaire is at least 50 K below the lowest temperature of ignition inside the luminaire of the explosive atmosphere for which the luminaire is intended, as determined by tests made in an explosive gas atmosphere under the most unfavourable conditions of use. No ignition of the surrounding atmosphere shall occur. This dispensation is only valid for the explosive gas atmospheres indicated on the certificate, these being those for which the tests have given satisfactory results.

NOTE Measurements on existing luminaires have established that the temperatures at which ignition will occur inside the luminaires are considerably higher than the ignition temperatures measured in accordance with IEC 60079-4.

11.3.4.4.2 Illuminated surfaces

For spotlights and the like, the distance at which a surface illuminated by the luminaire exceeds the declared temperature class or the declared maximum surface temperature shall be determined according to the test in IEC 60598-1. If this distance exceeds 0,3 m, it shall be marked on the luminaire.

11.3.5 Resistance to dust and moisture

The resistance to dust and moisture requirements of the relevant clause of IEC 60598-2 shall apply.

In addition, luminaires shall have a minimum degree of protection of IP54, which shall be marked in accordance with Clause 24.

NOTE The degree of protection requirements from IEC 60598-1 are not used.

11.3.6 Insulation resistance and electric strength

The provisions of the relevant section of IEC 60598-2 shall apply.

11.4 Other equipment containing light sources

Light sources mounted within other equipment shall comply with the relevant requirements of Clause 11.

12 Supplementary requirements for equipment incorporating non-sparking cells and batteries

12.1 General

The requirements for cells and batteries incorporated into equipment of IEC 60079-0 apply as modified by 12.2 to 12.6.

12.2 Categorization of cells and batteries

12.2.1 General

Cells and batteries are type categorized according to the likelihood of the evolution of electrolytic gases (for example hydrogen and/or oxygen). This standard places restrictions on the use of cells and batteries according to their type, see Table 9.

12.2.2 Type 1 cells and batteries

Type 1 cells and batteries are those which are most unlikely to vent electrolytic gases under the envisaged conditions of use.

These include all primary cells and sealed secondary cells where the operating parameters are within the manufacturer's recommended limits and the control system is either contained in the equipment or defined in the equipment documentation in such a way as to give equivalent control. These types of cells or batteries may be used in type "n" equipment without additional precautions.

The technical requirements and special precautions are given in 12.3 and 12.4 and the verification and tests in 12.6.

12.2.3 Type 2 cells and batteries

Type 2 cells and batteries are those which are unlikely to vent electrolytic gas in normal operation but may do so under uncontrolled conditions.

These sealed valve regulated cells and sealed gas-tight cells, where the manufacturer's recommended limits and the control system are not fully specified in accordance with the manufacturer's requirements, may be used in type "n" equipment which does not contain parts which in normal operation produce arcs or sparks, as considered in Clauses 16 to 20.

It is, however, acceptable to incorporate these cells or batteries in such equipment provided that they are in a separate compartment, vented directly to the atmosphere external to the enclosure. When using these cells or batteries special precautions shall be taken into account.

The technical requirements and special precautions are given in 12.3 and 12.4 and the verification and tests are given in 12.6.

12.2.4 Type 3 cells and batteries

Type 3 cells and batteries are those which are capable of venting electrolytic gas in normal operation.

These types of cells and batteries shall be designed to avoid accumulation of gas in the compartments by directly venting them to the atmosphere external to the enclosure. The compartments shall contain no other electrical parts except those necessary to make the connections to the cells and batteries.

The technical requirements and special precautions are given in 12.5 and the verification and tests are given in 12.6.

Table 9 – Types and use of cells and batteries

Type of cell or battery	Capacity of cell or battery	Permitted activity in hazardous area			Remarks
		Discharging	Charging of secondary cells	Additional equipment in the same compartment	
1	≤ 25 Ah	Yes	Yes	Yes	–
2	≤ 25 Ah	Yes	No ^a	Yes Only equipment without arcs or sparks	Equipment with sparks or arcs shall be located in a separate compartment
3	No restriction	Yes	No ^a	No	–

^a For charging in hazardous areas, special precautions are required.

12.3 General requirements for cells and batteries of types 1 and 2

12.3.1 General

The requirements for cells and batteries incorporated into equipment of IEC 60079-0 apply, as modified by 12.3.2 to 12.3.15.

12.3.2 Maximum capacity

The maximum capacity of the cell or battery shall not exceed 25 Ah at the rated discharge time declared by the manufacturer.

12.3.3 Secondary cells

Secondary cells or batteries shall not be used in equipment designed for primary cells or batteries or vice versa unless the equipment is designed specifically for use with both.

12.3.4 Cell connection

Cells shall be connected in series except for the specific case where two cells are connected in parallel with no further cells connected in series.

12.3.5 Discharge mode

Cells and batteries in discharge mode shall be used as specified by the cell or battery manufacturer.

12.3.6 Temperature

The temperature of the cell container shall not exceed the value specified by the manufacturer.

12.3.7 Creepage and clearance

Creepage and clearance distances between the poles of a cell to normal industrial cell and battery standards are permissible.

12.3.8 Connections

The electrical connections between cells and batteries shall comply with Clause 6 and be of a type recommended by the manufacturer of the cell or battery to ensure there is no excessive stress to the cell or battery.

12.3.9 Connecting cells in series

No more than three cells shall be connected in series, unless precautions are taken to prevent reverse polarity charging of the cell.

NOTE The actual capacity of a cell may be reduced with time. If this occurs, cells of higher actual capacity may cause cells of lower capacity to reverse.

12.3.10 Deep discharge protection

If a deep discharge protection is installed to prevent reverse polarity charging of cells, the minimum cut-off voltage shall comply with the cell manufacturer's specification.

NOTE Generally, a maximum of six cells can be protected by one deep discharge protection circuit. If too many cells are connected in series, there may be no safe protection due to the tolerances of individual cell voltages and of the deep discharge protection circuit.

12.3.11 Temperature test conditions

For verification and test of the temperature rating, the highest discharge current in normal operation shall be taken into account.

12.3.12 Battery packs

Secondary cells or batteries shall be securely connected and assembled as a battery-pack.

NOTE This prevents faulty connections, connections of cells with different status of charge or different age.

12.3.13 Battery pack connections

If the battery pack is not an integral part of the equipment, precautions shall be taken to safeguard against incorrect connections between the battery pack and the charger.

NOTE Suitable precautions include polarized plugs and sockets or clear marking to indicate correct assembly.

12.3.14 Cell electrolyte and gas release

If electrolyte can be ejected from cells under specified regular expected conditions, provision shall be made to prevent contamination of live parts. Cells and batteries without gas release under specified regular expected conditions do not need protection.

12.3.15 Excessive load draw

If during discharging an excessive load drawn from the cell or battery can cause damage to the cell or battery affecting the type of protection "n", the maximum load or a safety device shall be specified.

12.4 Charging of type 1 and type 2 cells and batteries

12.4.1 Temperature range

The design of the charger shall take into account the ambient temperature range in which the equipment is designed to work.

12.4.2 Charger specifications

If cells and batteries which are an integral part of the electrical equipment are to be charged in the hazardous area, the charger shall be fully specified as part of the equipment design.

12.4.3 Charging separated cells or batteries

Separated cells or batteries shall not be charged inside the hazardous area.

12.4.4 Charger limitations

The charging system shall be designed such that in normal operation the charge voltage and current do not exceed the limits specified by the manufacturer based on the specified temperature range of the equipment.

12.4.5 Charging outside the hazardous area

If cells or batteries which are an integral part of the electrical equipment or can be separated from the equipment are charged outside of the hazardous area, the charging shall be within the limits specified by the manufacturer of the equipment.

12.4.6 Gassing during charging of type 2 cells or batteries

The charging system should not normally cause gassing. However, if gassing does occur, the construction of the battery container shall be such that the H₂ level in it shall not exceed 2 % V/V after 48 h.

The test to verify this shall be that a H₂ concentration of greater than 90 % V/V shall be reduced to 2 % V/V in not more than 48 h by natural dissipation in still air at a constant temperature.

12.5 Requirements for type 3 secondary batteries

12.5.1 Types of permissible batteries

Type 3 secondary batteries shall be of the lead-acid, nickel-iron, nickel-metal hydrides or nickel-cadmium type. The capacity of type 3 secondary batteries is not restricted. For liquid filled monobloc batteries, typically used for internal combustion engine starting or small standby applications, the relevant clauses and design principles shall be applied but connection arrangements can be appropriate to the method of construction in a unit.

The tests and verification are given in 12.6.

NOTE Compliance with these requirements does not ensure safety during charging. Charging should therefore take place outside the hazardous area, unless other safety measures are applied.

12.5.2 Battery containers

12.5.2.1 Internal surfaces

Internal surfaces shall not be adversely affected by the action of the electrolyte.

12.5.2.2 Mechanical requirements

Battery containers, including covers, shall be designed so as to withstand the mechanical stresses in use, including those due to transit and handling. The design shall protect against causing short-circuits in service.

12.5.2.3 Creepage distances

The creepage distance between the poles of adjacent cells and between these poles and the battery container if metallic and conducting shall be at least 35 mm. For non-metallic enclosure, the creepage distances shall comply with Table 2. Where nominal voltages between adjacent cells of the battery exceed 24 V, these creepage distances shall be increased by at least 1 mm for every 2 V in excess of 24 V.

12.5.2.4 Covers

The covers of battery containers shall be fixed in such a way that any inadvertent opening or displacement while in service is avoided.

12.5.2.5 Cell assembly

The assembly of cells shall be constructed in such a way that there is no significant displacement in service.

12.5.2.6 Liquid extraction

The extraction of liquid, which may have entered battery containers that do not have drain holes, shall be possible without the removal of the cells.

12.5.2.7 Ventilation

The battery container shall be provided with adequate ventilation. A degree of protection of IP23 according to IEC 60529 is sufficient for a battery container.

12.5.2.8 Plugs and sockets

Plugs and sockets shall comply with the requirements of Clause 10. This does not apply to plugs and sockets which can only be separated with the use of a tool and which bear the warning given in item c) of Table 14. Where there are single-pole positive and negative plugs and sockets, they shall not be interchangeable.

12.5.2.9 Polarity marking

The polarity of the battery connections and of plugs and sockets shall be marked clearly in a durable manner.

12.5.2.10 Other equipment

Any other electrical equipment affixed to or incorporated in the battery container shall comply with the relevant requirements of this standard.

12.5.2.11 Insulation resistance

New batteries, fully charged and ready for service, shall have an insulation resistance of at least 1 M Ω between the live parts and the battery container.

12.5.3 Cells

12.5.3.1 Lids

The cell lid shall be sealed to the cell container so as to prevent detachment of the cell lid and leakage of the electrolyte. Readily ignitable materials shall not be used.

12.5.3.2 Support

The positive and negative plates shall be supported to prevent movement.

12.5.3.3 Electrolyte maintenance

Each cell requiring maintenance of the electrolyte level shall be provided with a means of indicating that the electrolyte level lies between the minimum and maximum permissible levels. Precautions shall be taken to avoid excessive corrosion of the plate lugs and the busbars when the electrolyte is at the minimum level.

12.5.3.4 Expansion space

In each cell sufficient space shall be provided to prevent the cell overflowing due to expansion of the electrolyte and also for deposition of slurry where this is likely to occur. These spaces shall be related to the anticipated life of the battery.

12.5.3.5 Filling and vent plugs

Filling and vent plugs shall be designed to prevent any ejection of the electrolyte under normal conditions of use. They shall be located in such a manner that they are easily accessible for maintenance.

12.5.3.6 Electrolyte seals

A seal shall be provided between each pole and the lid of the cell to prevent leakage of the electrolyte.

12.5.4 Connections

12.5.4.1 Intercell connections

The intercell connectors between cells that can move relative to one another shall be non-rigid. When non-rigid connections are used, each end of the connection shall be

- a) welded or soldered into the terminal post, or
- b) crimped into a copper sleeve cast into the terminal post, or
- c) crimped into a copper termination screwed by a threaded fastening to a copper insert cast into the cell terminal post.

In cases b) and c), the conductor shall be copper. In case c), the effective contact area between the termination and the cell terminal post shall be at least equal to the conductor cross-section. In calculating the effective contact area, no account shall be taken of the area of male and female threads in contact.

NOTE Although the word "copper" is used in item c) above, copper alloyed with a small amount of another metal (for example chromium or beryllium) is acceptable where it is necessary to improve the mechanical properties of the connection (for example to prevent stripping of screw threads in the copper insert). Where such alloys are used, it may be necessary to increase the contact area of the inter-cell connection to counteract any decrease in electrical conductivity caused by the other metal.

12.5.4.2 Temperature assessment

The connectors and terminations shall be able to carry the current required for the application without exceeding the temperature class. Where the application is not specified, the battery shall be assessed at the 1 h discharge rate specified by the battery manufacturer.

12.5.4.3 Connector protection

All connectors susceptible to attack by the electrolyte shall be protected from corrosion.

12.6 Verification and tests

NOTE These type tests apply to batteries to which the additional requirements of 12.5 apply.

12.6.1 Insulation resistance

The test conditions are given in 22.12.

12.6.2 Mechanical shock test

Batteries which are subject to mechanical shocks in normal service, for example large lead acid batteries used in lift trucks, shall be submitted to the test of 22.11. Other batteries need not be submitted to this test but this shall be noted in the descriptive documentation. The test shall be carried out only on samples of cells and their connections. Where cells of similar construction are foreseen in a range of capacities, it is not necessary to test every capacity, but only a sufficient number to allow assessment of the behaviour of the complete range.

13 Supplementary requirements for non-sparking low power equipment

Electronic and allied low power equipment, assemblies and sub-assemblies with a rated voltage up to 275 V a.c. or 390 V d.c. used for example, for measurement, control or

communication purposes, used in an area of not more than pollution degree 2, as defined in IEC 60664-1, and which do not comply with 6.4 and 6.5.2 shall comply with the following.

- a) The enclosure for the equipment shall provide a degree of protection not less than IP54 in accordance with IEC 60529 unless the equipment is intended to be afforded an equivalent degree of protection by location.

NOTE The order of tests including IP 54 is given in Clause 21.

- b) If the rated voltage of the equipment or the working voltage of any part of the equipment being considered does not exceed 60 V a.c. or 85 V d.c. no minimum creepage and clearance requirements are specified. Equipment with a rated voltage of over 60 V a.c. or 85 V d.c. up to 275 V a.c. or 390 V d.c. shall comply with the creepage and clearance requirements in Table 10.
- c) Provision shall be made, either in the equipment or external to the equipment, to provide the transient protection device to be set at a level not exceeding 140 % of the peak rated voltage value of 85 V or of the peak rated voltage values at the power supply terminals of the equipment given in Table 10. The transient protection shall limit transients up to a maximum of 140 % of the peak voltage values for the steps given in Table 10 that the equipment falls into, determined by the maximum input voltage of the equipment in normal operation. Where the equipment is intended to be afforded an equivalent degree of protection by location or where transient protection is to be provided externally, the equipment shall be marked with the symbol "X" (see the marking requirements of IEC 60079-0) and the information shall be given in the documentation (see Clause 25).

NOTE 1 Low power is considered to be typically less than or equal to 20 W.

NOTE 2 Non-sparking low power equipment circuits may be included in assemblies and sub-assemblies that comply with 6.4 provided the separations between the non-sparking low power equipment circuits and all other circuits meet the requirements of 6.4.

Table 10 – Minimum creepage distances, clearances and separations for low power equipment

Peak voltage value (Note 1) V	Minimum creepage distance (Note 2) mm			Minimum clearances and separation mm		
	Material group			In air	Under coating (Note 3)	Encapsulated or solid insulation (Note 4)
	I	II	III			
90	0,63	0,9	1,25	0,4	0,3	0,15
115	0,67	0,95	1,3	0,4	0,4	0,3
145	0,71	1	1,4	0,4	0,4	0,3
180	0,75	1,05	1,5	0,5	0,4	0,3
230	0,8	1,1	1,6	0,75	0,55	0,3
285	1	1,4	2	1	0,85	0,3
355	1,25	1,8	2,5	1,25	0,85	0,3

NOTE 1 The actual working voltage may exceed the value given in the table by up to 10 %.

NOTE 2 Values for creepage distances are derived from IEC 60664-1 based on pollution degree 2.

NOTE 3 Under a conformal coating, see 6.4.3.

NOTE 4 Completely encapsulated in compound to a minimum depth of 0,4 mm, or separation through solid insulating material, for example the thickness of a printed wiring board.

NOTE 5 For printed circuit boards mounted in clean dry conditions as defined in IEC 60664-1, the minimum creepage distances can be reduced to the values of the clearances and separation.

14 Supplementary requirements for non-sparking current transformers

Where the secondary circuit of a current transformer extends outside the equipment, the descriptive documents shall draw attention to the need to guard against the secondary circuit becoming open circuited in service.

NOTE If current transformers are fitted, under open-circuit secondary conditions, they may be capable of producing voltages which are significantly in excess of the voltage rating of the terminals employed in the current transformer circuit. Dependent on the circumstances of a particular installation, it may be appropriate to take precautions to ensure that dangerous open-circuit voltages cannot occur. For equipment having current transformers connected to matching transformers in the switchgear (for example a differential protection system), consideration should be given to the effect on the equipment of any possible disconnection of either set of transformers.

15 Other non-sparking electrical equipment

Electrical equipment which is not specifically mentioned in Clauses 8 to 14 shall comply with the requirements in Clauses 4 to 9 together with any relevant requirements of Clauses 8 to 14.

16 General supplementary requirements for equipment producing arcs, sparks or hot surfaces

Parts which in normal operation produce arcs, sparks or hot surfaces which otherwise would be capable of igniting a surrounding atmosphere shall be protected against causing ignition by one or more of the following methods:

- a) enclosed-break device (see Clause 17);
- b) non-incendive component (see Clause 17);
- c) hermetically sealed device (see Clause 18);
- d) sealed device (see Clause 19);
- e) restricted-breathing enclosure (see Clause 20).

Parts of the equipment may alternatively be protected by another appropriate type of protection listed in IEC 60079-0, in which case the equipment marking shall include the symbol for that type of protection.

17 Supplementary requirements for enclosed-break devices and non-incendive components producing arcs, sparks or hot surfaces

17.1 Type testing

Enclosed-break devices and non-incendive components shall be subjected to the type test specified in 22.4. After the test, the device or component shall show no visible signs of damage, no external ignition shall occur, and there shall be no failure to clear the arc when the switch contacts are opened.

17.2 Ratings

17.2.1 Enclosed-break devices

Enclosed-break devices shall be limited to a maximum rating of 690 V a.c., r.m.s. or d.c. and 16 A a.c. r.m.s. or dc.

NOTE An enclosed-break device prevents flame transmission to the external atmosphere under the test conditions of 22.4 by the closeness of fit of its parts which, because of the construction, form an assembly that prevents external ignition of the explosive mixture.

17.2.2 Non-incendive components

Non-incendive components shall be limited to a maximum rating of 254 V a.c., r.m.s. or d.c. and 16 A a.c., r.m.s. or d.c.

NOTE The contact arrangements of a non-incendive component quench an incipient flame and thereby prevent ignition of an external explosive atmosphere from occurring. The use of non-incendive components is limited to circuits having electrical characteristics which are similar to those of the circuit of which the components were a constituent when tested, or to less dangerous circuits, in terms of voltage, current, inductance or capacitance, for example.

17.3 Construction of enclosed-break devices

17.3.1 Free internal volume

The free internal volume shall not exceed 20 cm³.

17.3.2 Continuous operating temperature (COT) requirements

Poured seals and encapsulating compounds shall have a continuous operating temperature (COT) at least 10 K higher than the maximum service temperature.

17.3.3 Seal protection

Enclosures shall be capable of withstanding normal handling and assembly operations without damage to seals.

18 Supplementary requirements for hermetically sealed devices producing arcs, sparks or hot surfaces

Hermetically sealed devices are considered as meeting the requirements for sealed devices without test.

NOTE A leakage rate equivalent to a He-leakage rate less than 10⁻² Pa·l/s (10⁻⁴ mbar·l/s) at a pressure difference of 10⁵ Pa (1 bar) is sufficient.

The enclosure shall be capable of withstanding normal handling and assembly operations without damage to the seal.

19 Supplementary requirements for sealed devices producing arcs, sparks or hot surfaces

19.1 Non-metallic materials

Seals are tested using 22.5 unless the non-metallic material forms all or part of the outer enclosure of the equipment. In this case the requirements of 22.3.1.1 apply

19.2 Opening

Sealed devices shall be so constructed that they cannot be opened in normal operation.

19.3 Internal spaces

Sealed devices shall have a free internal volume not exceeding 100 cm³, and shall be provided, where necessary, with external connections, for example flying leads or external terminals.

19.4 Handling

The device shall be capable of withstanding normal handling and assembly operations without damage.

19.5 Gasket and seals

Gasket and seals, including poured seals, shall be positioned so that they are not subject to mechanical damage under normal operating conditions and they shall retain their sealing properties over the expected life of the device. They shall have a continuous operating temperature (COT) at least 10 K higher than the service temperature. Where the device is for use in a luminaire, the COT shall be at least 20 K higher than that occurring when operating in the most onerous rated service conditions.

19.6 Type tests

The type tests described in 22.5 shall be performed.

20 Supplementary requirements for restricted-breathing enclosures protecting equipment producing arcs, sparks or hot surfaces

20.1 General

Restricted breathing equipment shall be limited in dissipated power such that the temperature measured on the outside does not exceed the maximum surface temperature requirements of IEC 60079-0.

Restricted breathing enclosures shall only be assessed as complete equipment including all options and accessories.

NOTE 1 Equipment should be provided with a test port to enable testing of restricted breathing properties to be carried out after installation and during maintenance. See also information given in 20.2.7

NOTE 2 The installation instructions provided with the equipment should contain information on the selection of either cable glands and cables or conduit entry devices.

NOTE 3 The effects of the sun's direct heating and other sources of heating or cooling on the enclosure should be taken into account.

NOTE 4 The use of a restricted-breathing enclosure to protect against ignition from sparking contacts is not advisable where, because of high internal air temperatures, there is an increased risk of drawing the hazardous atmosphere into the enclosure when the equipment is de-energized. Duty cycle of this type of equipment should also be considered because of the increased probability that the equipment might be de-energized when flammable gas or vapour surrounds the enclosure

20.2 Constructional requirements

20.2.1 Type of equipment

20.2.1.1 Equipment containing normally sparking devices

Restricted breathing equipment containing normally arcing or sparking devices, or equipment with hot surfaces designed to have frequent temperature cycles, shall be limited in dissipated power such that the temperature measured on the outside of the enclosure does not exceed the external ambient temperature by more than 20 K.

The requirements of 6.4, 6.5 and Clause 7 need not be applied to components inside the restricted breathing enclosure.

NOTE Luminaires, as normally employed, are considered to have an infrequent temperature cycle. Luminaires such as those using with strobe lights are considered to have a frequent temperature cycle.

20.2.1.2 Equipment not containing normally sparking devices

Restricted breathing equipment with no normally arcing or sparking devices, but containing hot surfaces in normal operation, shall be limited in dissipated power such that the temperature measured on the outside does not exceed the marked temperature class.

Switching devices not used in normal operation, such as an emergency stop switch, shall not be considered to be a normally arcing or sparking device.

The creepage and clearance distances for terminations on internal components shall be in compliance with Table 2.

20.2.2 Cable glands and conduit entries

20.2.2.1 Cable glands

Cable glands, whether integral or separate, shall meet the requirements of IEC 60079-0.

Where cable glands are integral with the enclosure or specific to the enclosure they shall be tested as part of the enclosure.

Where cable glands are separate:

- threaded Ex cable glands can be evaluated as 'nR' equipment;
- other cable glands can be evaluated only as an Ex 'nR' components.

NOTE The installation instructions provided with the equipment should contain information on the selection of cables.

20.2.2.2 Conduit entries

Conduit entries with tapered threads are considered to meet the requirements for "nR" equipment. Conduit entries with parallel threads shall only be used if the conduit sealing device is tested together with the enclosure. All conduit entries shall be sealed. All unused conduit entries shall be sealed with a blanking plug that meets the "nR" requirements.

NOTE 1 Conduit entry devices may be tested as required for normally non sparking equipment.

NOTE 2 The installation instructions provided with the equipment should contain information about the correct sealing of the conduit entry.

20.2.3 Operating rods, spindles and shafts

Openings in enclosures for rods, spindles or shafts shall have means to ensure the type of protection "nR", and shall not rely on grease or compound as a sole means to maintain sealing integrity, both when the spindles, rods or shafts are in motion and when they are at rest.

20.2.4 Windows

20.2.4.1 Cemented windows

A window design employing a cemented joint shall be such that it is cemented either directly into the wall of the enclosure so as to form with the latter an inseparable assembly, or into a frame such that the assembly can be replaced as a unit.

20.2.4.2 Gasketed windows

A window design employing a gasket to ensure type of protection "nR" shall be such that it is mounted directly in the wall or cover of the enclosure.

20.2.5 Gasket and seal requirements

Resilient gasket seals shall be positioned so that they are not subject to mechanical damage under normal operating conditions and they shall retain their sealing properties over the expected life of the equipment. Alternatively, the manufacturers shall specify a recommended replacement frequency and this shall be included in the instructions as specified in Clause 25.

20.2.6 Non-resilient seals

Non-resilient seals for restricted breathing equipment shall have a continuous operating temperature (COT) at least 10 K higher than the service temperature .

NOTE Non resilient seals do not require continuing internal stress to perform their function.

20.2.7 Test port

20.2.7.1 General

Equipment shall normally be provided with a test port to enable testing of the restricted breathing properties to be carried out after installation, during initial inspection and during maintenance.

NOTE The fitting of test points on restricted breathing equipment may not always be practical, for instance if the only part of the restricted breathing enclosure accessible from the outside of the overall enclosure is a glass globe.

Equipment where the nominal volume of the enclosure changes due to pressure during type testing shall always be equipped with a test port.

20.2.7.2 Test port exemptions

20.2.7.2.1 Luminaires

Gaskets and seals shall be fixed in position and shall be designed so that they can be readily replaced. Hard setting adhesives shall not be used.

NOTE If adhesives are used they should be pre-applied to the gasket material.

Luminaires may be exempted from the fitting of test port provided the following conditions are met:

- a) there are no normally arcing or sparking devices present in the restricted breathing enclosure, see also 20.2.1.2, and
- b) resilient gasket seals are mechanically protected so that they are not subject to mechanical damage during field installation or replacement, and
- c) the gaskets or seals exposed during re-lamping are of a type that can be readily replaced during the re-lamping process.

For equipment that does not have a test port fitted, the marking shall include the symbol "X", in accordance with of IEC 60079-0, and the specific conditions of use to be employed shall be specified in the documentation.

20.2.7.2.2 Other restricted breathing equipment

Where opening of the equipment is not foreseen when installed, it may also be exempted from the fitting of the test port. The warning label given in item f) of Table 14 shall be affixed to the equipment.

Equipment with no test port fitted shall include the symbol "X", in accordance with the marking requirements of IEC 60079-0, and instructions for conducting the restricted breathing test shall be given in the documentation along with any other specific conditions of use.

NOTE If such equipment must be opened for maintenance or any other reason, a routine test in accordance with 23.2.3 should be performed after re-closing.

20.2.7.2.3 Gasket and sealing replacement

The instructions shall contain information regarding the required replacement of the gasket or seal after any activity that requires the enclosure to be opened e.g. re-lamping of a luminaire.

NOTE To ensure that the “nR” properties will not be defeated by the opening and closing operation and based on the fact that without a test port a test of the restricted breathing properties in the field is not possible, it is recommended to replace the involved gaskets as part of this process.

20.2.7.2.4 Testing procedure

Restricted breathing equipment exempted from the fitting of a test point shall be type tested in accordance with 22.6.2.3 and in addition routine tested in accordance with 23.2.3.2.1.2.

20.2.8 Internal fans

If internal fans are fitted, the suction shall not induce a depression at a potential source of leakage.

20.2.9 Routine test exemptions

Equipment containing normally sparking devices shall always be routine tested.

NOTE 1 Statistical methods may be employed to verify production compliance.

Equipment not containing normally sparking devices but fitted with a test-port may be designed to be only type tested at a higher level as defined in 22.6.2.2.1 and in this case the routine test may be omitted.

NOTE 2 Information about the testing procedure after installation during initial inspection should be provided in the instruction manual and should comply with the requirements of IEC 60079-17.

20.3 Temperature limitation

20.3.1 General

If equipment is designed for different but fixed internal configurations, the worst case combination shall be used for determination the maximum surface temperature during the type test.

If equipment may be equipped with a variable combination of internal components, the surface temperature rise during type test may be measured with dummy loads. For this equipment, a routine test for determining the temperature class is required. The temperature rise of equipment under test may alternatively be calculated under the limitations given in 20.3.2.

20.3.2 Temperature calculation

The temperature rise of equipment as part of the routine test may be calculated adding the power dissipations of the single internal components. The sum of the calculated power dissipations shall be $\leq 80\%$ of the maximum power dissipation measured according to 20.3.1. The single power dissipation of the individual internal components shall be $\leq 10\%$ of the possible total power dissipation.

If the power-loss of an internal component is $> 10\%$ of the total possible power dissipation a temperature measurement shall be made as part of the routine test with the equipment under test fitted with all foreseen components and the temperature measurement procedure shall be in accordance with the requirements of IEC 60079-0.

20.4 Additional requirements for restricted breathing luminaires

20.4.1 Mounting arrangement

The mounting arrangement for restricted-breathing luminaires shall be so designed that the luminaire can pass the test for restricted-breathing whether or not it is mounted and any gaskets and/or special components necessary for this purpose shall be supplied with the luminaire.

20.4.2 Reflectors

Where provision has been made on the luminaire for the attachment of reflectors, the means of attachment shall not impair the restricted breathing properties of such luminaires.

20.4.3 Surface temperatures of restricted breathing luminaires

For restricted breathing luminaires under both normal and specified abnormal conditions only the temperature of any part of the external surface of a restricted-breathing luminaire shall not exceed that of the declared temperature class or the declared maximum surface temperature.

21 General information on verification and tests

The order of testing should be: any endurance test specified in this standard followed by impact testing, drop test for hand-held equipment and then IP tests and, where appropriate, the restricted-breathing test.

22 Type tests

22.1 Representative samples

Representative samples containing all windows, actuators gaskets and seals shall be tested in accordance with the requirements for type tests of this standard. The number of samples used shall be sufficient to perform the necessary tests specified in IEC 60079-0, plus any others required for testing specified in this standard.

22.2 Test configuration

Each test shall be made in that configuration of the equipment which is considered to be the most unfavourable by the person making the test.

22.3 Tests for enclosures on which the type of protection depends

22.3.1 Thermal endurance tests

22.3.1.1 Thermal endurance to heat

The thermal endurance to heat is determined by submitting the enclosure or parts of enclosures in non-metallic materials to continuous storage for $672 \begin{smallmatrix} +30 \\ -0 \end{smallmatrix}$ h in an ambience of (90 ± 5) % relative humidity and at a temperature of (10 ± 2) K above the maximum temperature in rated service.

In the case of a maximum service temperature above $85 \text{ }^\circ\text{C}$, the period of $672 \begin{smallmatrix} +30 \\ -0 \end{smallmatrix}$ h specified above will be replaced by a period of $336 \begin{smallmatrix} +30 \\ -0 \end{smallmatrix}$ h at $(95 \pm 2) \text{ }^\circ\text{C}$ and (90 ± 5) % relative humidity followed by a period of two weeks at a temperature of (10 ± 2) K higher than the maximum temperature in rated service.

22.3.1.2 Drop test for hand-held equipment

For hand-held luminaires, the lamp filament need not remain intact after the drop test.

22.4 Tests for enclosed break devices and non incensive components

22.4.1 Preparation of enclosed-break device samples

Any elastomeric or thermoplastic material which is used for the purpose of sealing a cover which is intended to be opened in service, or which is unprotected against mechanical or environmental damage, shall be removed wholly or partially before the device or component is subjected to the type test when such removal will result in a more onerous test.

NOTE Any remaining non-metallic parts of the enclosure will have been subjected to the conditioning test described in 22.3.1.

22.4.2 Preparation of non-incensive component samples

For non-incensive components, the contacts shall be preconditioned by 6 000 cycles of operations at a rate of approximately six times per minute when carrying the rated electrical load.

The component shall be arranged to ensure that the test atmosphere has access to the contacts and that a resulting explosion will be detected. This may be achieved by

- a) removing the housing adjacent to the contacts, or
- b) drilling at least two holes in the enclosure, or
- c) drawing a vacuum, then filling the test chamber with the test mixture, using a pressure detection device to detect an ignition.

22.4.3 Test conditions for enclosed-break devices and non-incensive components

22.4.3.1 General

The device or component, which shall be arranged to have the most adverse dimensions permitted by the construction drawings, shall be filled with and surrounded by an explosive mixture according to the stated group of the equipment, as follows:

Group IIA: (6,5 ± 0,5) % ethylene/air at atmospheric pressure;

Group IIB: (27,5 ± 1,5) % hydrogen/air at atmospheric pressure;

Group IIC: (34 ± 2) % hydrogen, (17 ± 1) % oxygen and the remainder nitrogen at atmospheric pressure or alternatively (27,5 ± 1,5) % hydrogen/air at an overpressure of 500 mbar.

22.4.3.2 Enclosed-break devices

For enclosed-break devices, the explosive mixture within the device shall be ignited by the operation of the enclosed contacts when connected to the maximum rated source of energy and power, and maximum load, in terms of voltage, current, frequency and power factor. A make and break test shall be repeated 10 times with a fresh explosive mixture for each test and the explosive mixture surrounding the device shall not be ignited.

22.4.3.3 Non-incensive components

For non-incensive components, the contacts shall be operated 50 times at 100 % of the normal load when the component is filled with and surrounded by the explosive mixture. This make and break test shall be repeated three times with a fresh gas mixture for each test and the explosive mixture surrounding the device shall not be ignited.

NOTE "Specified electrical load" means the current and voltage under normal operating conditions of the circuit in which the component is used or for which safety has been verified.

22.5 Tests for sealed devices

22.5.1 Conditioning

Three samples of the device shall be conditioned, in an air oven for 168^{+30}_0 h at a temperature at least 10 K higher than ,than the maximum service temperature but not less than 80^{+2} °C. This conditioning is followed by at least 24^{+2}_0 h at least 10 K lower than the minimum service temperature.

NOTE The conditioning in accordance with IEC 60079-0 may be substituted.

22.5.2 Voltage test

The terminals of the device are connected together and a sinusoidal voltage applied for 1 min between the terminals and the outer surface of the device. The r.m.s. value is not less than V_{pk} or $(2U + 1\,000)$ V whichever is the greater, where V_{pk} is the maximum peak output voltage of the device and U is the working voltage. Where the working voltage is 42 V or less, the test voltage is 500 V instead of $(2U + 1\,000)$ V. Metal foil is placed around the outer surface of the case if the latter is made of plastic material.

Compliance shall be checked as follows: the voltage test shall not produce electrical breakdown or dangerous discharge; the sample shall be subjected to visual examination. No damage that could impair the type of protection shall be evident.

22.5.3 Tests on devices with free space

22.5.3.1 Equipment for leakage test on sealed devices

A container of transparent material and of sufficient volume to enable the complete immersion of the test sample. The container shall have the following additional features according to whether method 1 or method 2 is used.

a) Method 1

The container shall enable the heating of the test fluid to the temperature required by item a) of 22.5.3.2 with provision for stirring to maintain a uniform bath temperature over a long period and for the insertion of a suitable temperature measuring device.

b) Method 2

The container shall enable the connection to a vacuum pump capable of reducing the pressure over the surface of the liquid and maintaining it at the required value for a minimum duration of 2 min.

The test fluid shall either be tap water or de-ionized water.

22.5.3.2 Leakage test on sealed devices

The leakage test on sealed devices shall be performed using one of the following methods:

a) Method 1

With the test samples at an initial temperature of (25 ± 2) °C, they are suddenly immersed in water at a temperature of (65 ± 2) °C to a depth of 25 mm for 1 min. If no bubbles emerge from the samples during this test, they are considered to be "sealed" for the purposes of this standard.

b) Method 2

The test samples are immersed to a depth of 75 mm in water contained in an enclosure that can be partially evacuated. The air pressure within the enclosure is reduced by the equivalent of 120 mm Hg (16 kPa). There shall be no evidence of leakage from the interior of the device.

c) Method 3

As an alternative to a) or b), any other method that shows that the devices leak at a rate not greater than 10^{-5} ml of air per second at a pressure differential of 1 atmosphere (101,325 Pa).

22.5.3.3 Dielectric withstand test

The test in 22.5.2 shall be repeated after the leakage test.

22.5.4 Test for sealed devices for luminaires

If the device contains a poured seal or encapsulating compound in thermosetting material, the device shall be placed in a temperature cabinet and cooled to -10 °C or lower for 1 h. The device is then heated to a temperature of at least 10 K above the maximum case temperature of the device for 1 h.

If the device contains a gasket or seal of thermoplastic or elastomeric material it is heated in an air oven for 7 days at a temperature of at least 10 K above that occurring when the device is operating under maximum rated service conditions as determined by the testing laboratory or declared by the manufacturer.

The test samples shall then be subjected to one of the following leakage tests:

- a) with the test samples at an initial temperature of $(25 \pm 2)\text{ °C}$, they are suddenly immersed in water at a temperature of $(50 \pm 2)\text{ °C}$ to a depth of 25 mm for 1 min. If no bubbles emerge from the samples during this test, they are considered to be "sealed" for the purposes of this standard;
- b) the test samples are immersed to a depth of 75 mm in water contained in an enclosure that can be partially evacuated. The air pressure within the enclosure is reduced by the equivalent of 120 mm Hg (16 kPa). There shall be no evidence of leakage from the interior of the device;
- c) any other test that shows that the devices leak at a rate not greater than 10^{-5} ml of air per second at a pressure differential of 1 atmosphere (101,325 kPa).

22.6 Type test requirements for restricted-breathing enclosures

22.6.1 General

Type nR restricted breathing equipment shall be subjected to all applicable tests of IEC 60079-0 prior to the specific required type tests for restricted breathing.

If the design of the enclosure is such that the rate of breathing is independent of the direction of the pressure, or the application of a positive pressure results in a more onerous condition, the test may alternatively be performed with a positive pressure within the enclosure.

22.6.2 Test procedures

22.6.2.1 Equipment where the nominal volume of the enclosure will be unchanged due to pressure

22.6.2.2 Equipment with test port

22.6.2.2.1 Type test only without additional routine test

Under constant temperature conditions, the time interval for an internal pressure of at least 0,3 kPa (30 mm water gauge) below atmospheric to change to half the initial value shall be not less than 360 s.

22.6.2.2.2 Type test with additional routine test

Under constant temperature conditions, the time interval for an internal pressure of at least 0,3 kPa (30 mm water gauge) below atmospheric to change to half the initial value shall be not less than 90 s.

22.6.2.3 Type test for equipment without test port

Under constant temperature conditions, the time interval for an internal pressure of at least 0,3 kPa (30 mm water gauge) below atmospheric to change to half the initial value shall be not less than 180 s.

22.6.3 Alternative type test for equipment where the nominal volume of the enclosure changes due to pressure

As an alternative to the tests in 22.6.2.2 and 22.6.2.3 the enclosure may be pressurized with air maintained at an overpressure of 0,4 kPa. The rate of supply of air in litres per hour (l/h) required to maintain this overpressure shall be measured. The value divided by the net enclosure volume in litres (l) shall not exceed 0,125.

22.7 Test for screw lampholders

NOTE 1 These insertion and withdrawal tests do not have to be carried out with E10 lampholders.

For E14, E27 and E40 lampholders, a test cap with dimensions complying with IEC 60238 shall be fully inserted into a sample lampholder applying a torque according to the type of lampholder, as given in Table 11.

For E13, E26 and E39 lampholders, an equivalent test shall be performed based on the dimensional requirements of IEC 60238, modified for differences between related lamp caps given in IEC 60061 (all parts).

NOTE 2 If certification (third party) is sought, it is not a requirement of this standard that the certification body confirm conformance to IEC 60238. The basis of compliance should be stated in the manufacturer's documentation, see Clause 25.

Table 11 – Insertion torque

Lamp cap	Torque Nm
E14/E13	1,0 ± 0,1
E27/E26	1,5 ± 0,1
E40/E39	2,25 ± 0,1

The test cap shall then be partly withdrawn by rotating through 15°.

The minimum torque then required to remove the cap shall be not less than that given in Table 12.

Table 12 – Minimum removal torque

Lamp cap	Torque Nm
E14/E13	0,3
E27/E26	0,5
E40/E39	0,75
NOTE Where vibration is severe, special mounting should be provided for the luminaires.	

22.8 Test for starter holders for luminaires

Three samples of the starter holder are placed in a heating cabinet in which the ambient temperature is maintained at $(85 \pm 2) ^\circ\text{C}$.

After a total of 72 h, the starter holders are removed from the heating cabinet and allowed to cool for 24 h. The contact pressure is then measured by means of a device made according to the dimension of the gauge detailed in IEC 60400.

The contact force shall be not less than 5 N.

NOTE If certification (third party) is sought, it is not a requirement of this standard that the certification body confirm conformance to IEC 60400. The basis of compliance should be stated in the manufacturer's documentation, see Clause 25

22.9 Tests for electronic starters for tubular fluorescent lamps and for ignitors for high pressure sodium or metal halide lamps

22.9.1 General

Ignitors are categorized according to the following features:

- the peak pulse voltage (V_{pk}) generated at the lamp does not exceed 1,5 kV, 2,8 kV or 5,0 kV;
- the ignitor may or may not be fitted with a cut-out device to inhibit repeated starting attempts should the associated lamp either fail to start or fail during operation;
- the ignitor may or may not cause the peak pulse voltage to be applied to the luminaire ballast winding.

22.9.2 Moisture resistance, insulation and electric strength test

Electronic starters and ignitors shall comply with IEC 61347-1 with respect to moisture resistance, insulation and electric strength. The duration of humidity conditioning shall be 168 h.

NOTE If certification (third party) is sought, it is not a requirement of this standard that the certification body confirm conformance to IEC 61347-1. The manufacturer should state the basis of compliance in the documentation, see Clause 25.

22.9.3 Cut-out device test

Where an electronic starter or ignitor is fitted with a cut-out device, three individual units shall be tested at air temperatures of $(-25 \pm 2) ^\circ\text{C}$, $(25 \pm 2) ^\circ\text{C}$ and a temperature that is at least the maximum case temperature +10 K (unless operating temperature limits are explicitly stated otherwise) Compliance shall be checked as follows:

- a) on starters for tubular fluorescent lamps, the starter is energized on ten successive occasions with at least 15 s between starting attempts. The cut-out device shall operate on lamp failure (failed discharge but intact cathodes, simulated by removing lamp from circuit and replacing with dummy cathode resistors) within 10 s to prevent further lamp starting attempts;
- b) on ignitors for high pressure sodium lamps and metal/mercury halide lamps, the ignitor is operated on ten successive occasions until the cut out operates on each occasion. The cut-out device shall operate on lamp failure (failed discharge or non-ignition in cold conditions simulated by removing lamp from circuit) within 125 % of the rated time shown on the ignitor.

If all three individual units comply with the requirements, the ignitor shall be classified as "with cut-out device". If any of the three individual units fail to comply, the ignitor shall be classified as "without cut-out device" and subsequent tests shall be carried out on samples with the cut-out device isolated or removed so as to render the device inoperative and the ignitor deemed unsuitable for use where the ignitor stresses the ballast winding.

22.9.4 Life test (failed lamp)

22.9.4.1 Ignitor thermal endurance test

A further three individual ignitors shall pass the following thermal endurance test.

- a) Ignitors without a cut-out device
 - 1) Energize at the maximum rated operating voltage, at highest operating frequency (or lowest if this produces the highest temperature rise within the ignitor) in a circuit simulating the failed lamp condition.
 - 2) Raise the ambient temperature in a draught-free oven or enclosure to 60 °C.
 - 3) Leave the ignitor in a stable state for 60 days.
 - 4) De-energize, remove the ignitor from the oven or enclosure and cool to room temperature.
- b) Ignitors with a cut-out device
 - 1) Raise the ambient temperature in a draught-free oven or enclosure to 60 °C.
 - 2) Energize at the maximum stated operating voltage, at the highest operating frequency (or lowest if this produces highest temperature rise within ignitor), in a circuit simulating the failed lamp condition for a nominal 30 min on 30 min off cycle.
 - 3) Continue the test until 500 cycles are complete.
 - 4) De-energize, remove the ignitor from the oven or enclosure and cool to room temperature.

22.9.4.2 Evaluation criteria

The electronic starter/ignitor shall be re-examined and shall either:

- a) operate within the stated electrical operating characteristics and temperature classification (if assigned) and shall exhibit no mechanical or structural defect so as to render the unit unsafe or likely to generate an ignition hazard, or
- b) have failed to a "safe" condition without passing through an incendive or sparking mode and without exhibiting any mechanical or structural defect.

22.10 Test for wiring of luminaires subject to high-voltage impulses from ignitors

The test voltage at a nominal frequency of 50 Hz or 60 Hz is applied for 1 min between the conductor and a metal foil of width 25 mm wrapped around the external surfaces of the test sample insulation but not nearer than 25 mm to the bare conductors. The test sample is at least 500 mm long.

The voltage is 3 kV r.m.s. in circuits using ignitors marked with 2,8 kV, or 5 kV r.m.s. in circuits using ignitors marked 5,0 kV.

No flashover or breakdown shall occur during the test.

22.11 Mechanical shock test for batteries

22.11.1 General

The test shall be carried out on a sample, comprising at least four new and fully charged cells in a 2×2 formation complete with internal connectors. The sample shall be in ready-for-use condition.

The sample shall be mounted in its normal operating attitude and by its normal means of attachment, either directly or by means of a rigid fixture, to the mounting surface of the shock machine. The mounting shall satisfy the requirements of 4.3 of IEC 60068-2-27.

The shock machine shall generate a half-sine pulse as shown in Figure 2 of IEC 60068-2-27. The velocity change tolerance, transverse motion and measuring system shall satisfy the requirements of 4.1.2, 4.1.3 and 4.2 respectively of IEC 60068-2-27. The peak acceleration value shall be $5 g_n$ as defined in Table 1 of IEC 60068-2-27.

22.11.2 Test procedure

The test procedure shall be as follows:

- a) the capacity of the sample is determined;
- b) a constant 5 h discharge current flows during the test;
- c) 15 independent shocks are applied to the sample as follows:
 - 1) three successive shocks in the vertically upwards direction,
 - 2) three successive shocks in each direction along two perpendicular axes in the horizontal plane. These axes are chosen so as to reveal possible weaknesses;
- d) after recharging, the capacity is again determined.

22.11.3 Evaluation criteria

The three following conditions shall be satisfied:

- a) no abrupt change in voltage during the test;
- b) no visible damage or deformation;
- c) no reduction in capacity of more than 5 %.

22.12 Insulation resistance test for batteries

22.12.1 Test conditions

The test conditions are as follows:

- a) the measuring voltage of the ohmmeter shall be at least 100 V;
- b) all connections between the battery and the external circuits and, where fitted, the battery container shall be disconnected;
- c) the cells shall be filled with electrolyte up to the maximum permissible level.

22.12.2 Evaluation criteria

The insulation resistance is considered satisfactory if the measured value is at least equal to the value specified in 12.5.2.11.

22.13 Additional ignition tests for large or high-voltage machines

22.13.1 Test for cage rotor construction

22.13.1.1 General

The test shall be carried out using a machine having a stator and rotor that are representative of a finished machine in terms of the stator core and windings, and the rotor core and cage. This shall include ducts, centering rings, rings under the end rings and balance discs, where appropriate.

22.13.1.2 Rotor cage ageing process

The rotor cage shall be subject to an ageing process comprising a minimum of five locked rotor tests. The maximum temperature of the cage shall cycle between the maximum design temperature and less than 70 °C. The applied voltage shall be not less than 50 % of the rated voltage.

22.13.1.3 Ignition test

After the ageing process of 22.13.1.2 the machine shall be filled with, or immersed in, an explosive gas mixture as shown in Table 13. Motors shall be subjected to 10 direct-on-line uncoupled starts or 10 locked rotor tests. These tests shall have a duration of at least 1 s.

No ignition of the explosive test mixture shall occur.

During the tests, the terminal voltage shall not fall below 90 % of the rated voltage. The concentration of the explosive test mixture shall be confirmed after each test.

22.13.2 Test for stator winding insulation system incendivity

22.13.2.1 General

The tests shall be carried out on any of the following:

- one complete stator;
- one stator with motor enclosure;
- one motor;
- a partially wound stator;
- a group of coils.

In all cases, the test model shall be representative of a complete stator with, where appropriate, corona shield, stress grading, packing and bracing, impregnation and conductive parts such as the stator core. All exposed conductive parts shall be earthed.

22.13.2.2 Test conditions

Typical stator connection cables arrangements shall be tested either on one complete stator or in a representative model. Particular care shall be taken with the spacing of the cables, both from each other and from adjacent conductive parts. All such exposed conductive parts shall be earthed.

22.13.2.3 Steady state ignition test

Insulation systems and connection cables shall be tested in an explosive test mixture as shown in Table 13 with a sinusoidal voltage of at least 1,5 times the rated r.m.s. line voltage for at least 3 min. The maximum rate of voltage rise shall be 0,5 kV/s. The voltage shall be applied between one phase and earth with the other phases earthed.

No ignition of the explosive test mixture shall occur.

Table 13 – Explosion test mixtures

Equipment group	Test mixture in air v/v
IIC	(21 ± 5) % hydrogen
IIB	(7,8 ± 1) % ethylene
IIA	(5,25 ± 0,5) % propane

NOTE The values shown in this table represent a mixture that represents the minimum ignition energy for the equipment group.

23 Routine verifications and tests

23.1 General

The manufacturer shall carry out any routine verifications and tests necessary to ensure that the electrical equipment produced complies with the equipment specification in accordance with the requirements of IEC 60079-0. The manufacturer shall also carry out any relevant routine tests given in 23.2.

23.2 Specific routine tests

23.2.1 Electric strength test

A dielectric strength test shall be carried out in accordance with 6.5.1. Alternatively, the test shall be carried out at 1,2 times the test voltage, but shall be maintained for at least 100 ms.

NOTE In some cases, the actual test period could be significantly longer than 100 ms as a sample with a large distributed capacitance may take some additional time to reach the actual test voltage.

23.2.2 Alternate dielectric strength test

For equipment subject to the exception of 6.4.1, the test of 6.5.2 shall be performed as a routine test. Alternatively, a test shall be carried out at 1,2 times the test voltage, but shall be maintained for at least 100 ms.

23.2.3 Routine test requirements for restricted-breathing enclosures

23.2.3.1 General

If the equipment is equipped with a test port, the test port may be used for the routine test. Cable glands may be replaced by blanking plugs for the routine test. If the equipment is not equipped with a test port, the equipment may be tested using the cable glands or conduit entry devices.

NOTE 1 The use of the cable gland including the sealing system demonstrates that the restricted breathing properties are not negatively influenced by the cable gland entry device.

NOTE 2 Where routine testing is not carried out, the manufacturer will need to use quality control measures to ensure that the equipment meets or exceeds the test values when installed.

NOTE 3 Where there is no cable entry to the restricted breathing enclosure or test point, dummy assemblies representing the sealing surface gasket compression and volume may be substituted as long as the gasket remains with the equipment being tested.

23.2.3.2 Test procedure

23.2.3.2.1 Equipment where the nominal volume of the enclosure will be unchanged due to pressure

23.2.3.2.1.1 Equipment with test port

Under constant temperature conditions, the time interval required for an internal pressure of at least 0,3 kPa (30 mm water gauge) below atmospheric to half the initial value shall be not less than 90 s.

Alternatively following test procedures may be used:

- Under constant temperature conditions, the time interval required for an internal pressure of 3,0 kPa (300 mm water gauge) below atmospheric to change to 2,7 kPa (270 mm water gauge) below atmospheric shall be not less than 14 s.
- Under constant temperature conditions, the time interval required for an internal pressure of 0,3 kPa (30 mm water gauge) below atmospheric to change to 0,27 kPa (27 mm water gauge) below atmospheric shall be not less than 14 s.

NOTE The alternatives are added to shorten the time needed for the routine tests using adjusted figures for the possible pressure reduction. If using the low value of pressure creates difficulties the alternative 10 times higher figures may be used.

23.2.3.2.1.2 Equipment without test port

Under constant temperature conditions, the time interval required for an internal pressure of at least 0,3 Pa (30 mm water gauge) below atmospheric to change to half the initial value shall be not less than 180 s.

Alternatively following test procedures may be used.

- Under constant temperature conditions, the time interval required for an internal pressure of 3,0 kPa (300 mm water gauge) below atmospheric to change to 2,7 kPa (270 mm water gauge) below atmospheric shall be not less than 27 s.
- Under constant temperature conditions, the time interval required for an internal pressure of 0,3 kPa (30 mm water gauge) below atmospheric to change to 0,27 kPa (27 mm water gauge) below atmospheric shall be not less than 27 s.

NOTE The alternatives are added to shorten the time needed for the routine tests using adjusted figures for the possible pressure reduction. If using the low value of pressure creates difficulties, the alternative 10 times higher figures may be used.

23.2.3.2.2 Equipment where the nominal volume of the enclosure changes due to pressure

The enclosure shall be pressurized with air maintained at an overpressure of 0.4 kPa. The rate of supply of air in litres per hour (l/h) necessary to maintain this overpressure shall be measured. The value divided by the net enclosure volume in litres (l) shall not exceed 0,125.

23.2.4 Routine tests for electronic starters and ignitors

For electronic starters for tubular fluorescent lamps and for ignitors for high pressure sodium or metal halide lamps, a routine test is carried out in accordance with the voltage type test of 22.9.3 but for a period of at least 3 s.

24 Marking

24.1 General

Marking shall include the required elements of IEC 60079-0, and also any other marking required by this standard and other relevant standards with which the equipment complies. The marking shall also include any marking normally required by the standards for construction of the electrical equipment.

Where it is necessary to include marking from one of the other methods of protection listed in IEC 60079-0, the marking required by this standard shall occur first. Where multiple methods of protection are used within a piece of type n equipment, they shall all be identified in the marking in alphabetical order.

NOTE This is to avoid possible confusion over the suitability of the equipment for a specific location.

For non-incendive components and equipment and components, marking shall include all the electrical parameters concerning explosion safety (for example: voltage, current, inductance and capacitance) as applicable.

Where IP marking is required equipment shall be marked in accordance with 6.3.

24.2 Additional marking for batteries

For batteries, the following marking shall be indicated:

- the type of construction of cells;
- number of cells and nominal voltage;
- rated capacity with the corresponding duration of discharge.

Battery manufacturer and part number may be used as an alternative to marking for the batteries.

If no safety measures are applied, then the battery container or battery pack shall carry the warning given in item d) of Table 14.

If it is possible to insert both primary and secondary cells in the equipment or battery container when these are only designed for secondary cells, shall carry the warning given in item e) of Table 14.

NOTE Instructions for use (instructions for maintenance), for display in the battery charging station, should be supplied with each battery. These should include all instructions necessary for charging, use and maintenance.

The instructions for use should include at least the following information:

- the name of the manufacturer or supplier or the registered trade mark,
- the manufacturer's type identification,
- the number of cells and the nominal voltage of the battery,
- the rated capacity with the corresponding duration of discharge,
- the charging instructions,
- any other conditions concerning the safe operation of the battery, for example the lifting of the cover during charging, the minimum time before closing the cover because of the release of gas after termination of charging, the checking of the electrolyte level, the specifications for the electrolyte water for topping up.

24.3 Examples of marking

NOTE These examples do not include the marking normally required by the standards for construction of the equipment.

- Example 1: Non-sparking equipment incorporating a flameproof lighting fitting for ambient temperature range -20 °C to $+60\text{ °C}$, with specific conditions of use and without third-party certification.

Engler Industries Ltd

Type HXR

Ex nA d IIB T3 Gc

$-20\text{ °C} \leq T_a \leq +60\text{ °C}$

Certificate number: 045673X

- Example 2: Equipment with restricted-breathing enclosure as a component without third-party certification.

XYZ Ltd

Type 1456

Ex nR IIC Gc

Certificate number: 986U

- Example 3: Non sparking equipment incorporating a sealed relay.

XYZ Ltd

Model Trd

Ex nA nC IIC T4 Gc

Certificate number: 08564

- Example 4: Equipment with restricted-breathing enclosure with a encapsulated ballast.

XYZ Ltd

Type 1456

Ex nC nR IIC T3 Gc

Certificate number: 06T56

24.3.1 Warning markings

Where any of the following markings are required on the equipment, the text as described in Table 14, following the word "WARNING", may be replaced by technically equivalent text. Multiple warnings may be combined into one equivalent warning.

Table 14 – Text of warning markings

	Reference	Warning marking
a)	9.4	WARNING – DO NOT REMOVE OR REPLACE FUSE WHEN ENERGIZED
b)*	7.3.5, 10.1 b)	WARNING – DO NOT SEPARATE WHEN ENERGIZED
c)*	12.5.2.8	WARNING – SEPARATE ONLY IN A NON-HAZARDOUS AREA
d)	24.2	WARNING – DO NOT CHARGE IN A HAZARDOUS AREA
e)	24.2	WARNING – DO NOT USE PRIMARY CELLS
f)	20.2.7.2.2	WARNING – DO NOT OPEN, MAINTAIN OR SERVICE IN AN AREA WHERE AN EXPLOSIVE ATMOSPHERE MAY BE PRESENT

	Reference	Warning marking
*	Identical to the warning markings in IEC 60079-0.	

25 Documentation

Documentation in addition to that which is required in the documentation and instructions of IEC 60079-0 shall be provided when specified in this standard. Additional documentation required includes:

- information on reduced ingress protection for components (see 6.3);
- the degree of protection when it is provided by the installation (see 6.3.2);
- the basis of compliance of rotating machines to IEC 60034 including the duty (see 8.1);
- for motors with duty of S3 to S10, information where special measures are to be employed to ensure that the enclosure of a large rotating machine rated over 100 kW does not contain an explosive gas atmosphere at the time of starting (see 8.8.3);
- radial air gap (see 8.7)
- information concerning the basis of compliance of luminaires to the relevant subclauses of IEC 60598-2 (see 11.1);
- information where external transient limiting means are to be provided for non-sparking low power equipment (see Clause 13);
- information on the replacement frequency for gaskets of restrictive-breathing enclosures (see 20.2.5).
- information on COT of materials where necessary.
- information concerning the necessity of replacing gaskets in luminaires during re-lamping

26 Instructions

Instructions shall be provided in accordance with the requirements of IEC 60079-0.

Annex A (informative)

Application, installation, and testing considerations for Ex “nA” asynchronous machines

A.1 Surface temperature

Research and testing have demonstrated that electrical machines of normal industrial designs operating at rated full-load steady-state conditions will not have excessive surface temperatures, and there is minimal risk of ignition of a flammable gas-air mixture release that has a mixture auto-ignition temperature of greater than 200 °C. Surface temperatures of electrical machines operating at rated load, seldom exceed 155 °C for the stator (i.e., Class F insulation hot spot temperature) and 200 °C (for large machines and high-efficiency small machines) to 300 °C (for lower-efficiency small machines) for the rotor. Air turbulence around the rotor components, while in operation, and rapid decay of rotor temperature as a rotor comes to a halt, greatly reduces the risk of ignition of all but materials with low auto-ignition temperatures. There has not been a demonstrated need to take special precautions for normal industrial designs of electrical machines due to surface temperature considerations for application in environments where the flammable gas environment requires equipment of temperature classes T1, T2, or T3 (i.e., temperature of 200 °C or greater).

Anti-condensation space heaters, mounted within the frames of electrical machines, can generally be designed to remain within the temperature classification of the machine; so additional high temperature assessment is generally not necessary.

Maximum surface temperature determination in accordance with IEC 60079-0 may not always require testing of every sample. Often, the test data resulting from the testing of prototypes can be extrapolated to cover additional motors in a series. In these cases, the test report should always clearly identify the tests that were omitted and the justification for omitting them.

Surface temperature measurements for the stator and rotor of motors may not be required for motors with assigned temperature classes T1, T2, or T3 with Thermal Class 105 (A) or 130 (B) in accordance with IEC 60085. Rotor surface temperature can be determined by calculation based upon manufacturer's experience or by prototype testing of representative samples with appropriate adjustment factors.

For rotor temperature determination of motors with assigned temperature classes T4, T5, or T6, non-destructive test methods can be used. These methods may include the use of the rotor-slip method, application of temperature-sensitive paints or stickers, or telemetry of measurements from temperature sensors that are temporarily mounted on the rotor. Rotor surface temperatures for similar designs can then be determined by calculation based upon manufacturer's experience or by prototype testing of representative samples with appropriate adjustment factors. Stator and bearing temperature determinations require separate consideration.

The service temperature determination of other components as defined in IEC 60079-0 may be required for items such as gaskets, cable glands (if included with the motor), etc.

A.2 Starting

Starting (acceleration) of an electrical machine is excluded as part of normal operation for an Ex “nA” machine under duty S1 or S2, with no restrictions on the frequency of starting other than the requirement that the motor temperatures reach thermal equilibrium (cool) before re-

starting. “Normal” operating conditions for electric machines are assumed to be rated full-load steady conditions. Small motors with cast rotor cages present almost no risk of being an ignition source during the motor starting period. Large, high-speed motors of fabricated rotor cage construction present a higher risk of sparking within the air gap of the machine during a very brief period of the total starting sequence.

For Ex “nA” machines of duty S3 to S10, the user of an Ex “nA” machine should consider both the frequency of machine starting for the application and the potential consequence of an ignition event. Special measures such as pre-start ventilation or soft-starting; or even a machine employing a different type of protection, could be used to further reduce the risk of ignition.

A.3 Rated voltage and surface discharges

At the higher ratings of stator operating voltages, incendive surface discharges can occur, particularly if the stator end-winding surfaces are dirty. Since the corona discharge could potentially be a continuous ignition source, this effect must be considered during normal machine operation.

Industry experience is that properly maintained electrical machines with rated voltages up to and including 4 160 V phase-to-phase do not present an unacceptable risk of ignition due to winding surface discharges. For higher voltages, an electrical machine complying with the requirements for Ex “nA” or those of another type of protection should be considered.

Bibliography

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

IEC/TS 60034-17, *Rotating electrical machines – Part 17: Cage induction motors when fed from converters – Application guide*

IEC/TS 60034-18-41, *Rotating electrical machines – Part 18-41: Qualification and type tests for Type I electrical insulation systems used in rotating electrical machines fed from voltage converters*

IEC 60050-411:1996, *International Electrotechnical Vocabulary – Part 411: Rotating machines*

IEC 60050-426, *International Electrotechnical Vocabulary – Part 426: Equipment for explosive atmospheres*

IEC 60068-2-6, *Environmental testing – Part 2-6: Tests – Test Fc: Vibration (sinusoidal)*

IEC 60079-4, *Electrical apparatus for explosive gas atmospheres – Part 4: Method of test for ignition temperature*

IEC 60079-7: 2006, *Explosive atmospheres – Part 7: Equipment protection by increased safety "e"*

IEC 60079-17, *Explosive atmospheres – Part 17: Electrical installations inspection and maintenance*

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

IEC 60079-29-2, *Explosive atmospheres – Part 29-2: Gas detectors – Selection, installation, use and maintenance of detectors for flammable gases and oxygen*

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

IEC 60297 (all parts), *Mechanical structures for electronic equipment – Dimensions of mechanical structures of the 482,6 mm (19 in) series*

IEEE Paper No. PCIC-2005-31, D. E. Delaney and M. K. Bruin, "Surface Temperature Test Methods Per IEEE 1349," IEEE Transactions on Industry Applications, vol 43, no. 3, May/June 2007, pp. 821 – 828.

IEEE Paper No. PCIC-98-03, P. S. Hamer, B. M. Wood, R. L. Doughty, R. L. Gravell, R. C. Hasty, S. E. Wallace, and J. O. Tsao, "Flammable Vapor Ignition by Hot Rotor Surfaces Within an Induction Motor -- Reality or Not?," IEEE Transactions on Industry Applications, vol 35, no. 1, Jan/Feb 1999, pp. 100 – 113.

API RP2216:2003, *Ignition risk of hydrocarbon liquids and vapors by hot surfaces in the open air*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS.....	78
1 Domaine d'application	80
2 Références normatives.....	84
3 Termes et définitions	85
4 Généralités.....	87
4.1 Groupement du matériel et classification en température	87
4.2 Sources d'inflammation potentielles	87
5 Températures.....	88
5.1 Température maximale de surface.....	88
5.2 Petits composants.....	88
6 Exigences pour le matériel électrique	88
6.1 Généralités.....	88
6.2 Temps d'ouverture	88
6.3 Degré de protection minimal.....	88
6.3.1 Généralités.....	88
6.3.2 Degré de protection apporté par l'installation.....	89
6.4 Distances d'isolement d'isolement dans l'air, lignes de fuite et séparations.....	89
6.4.1 Généralités.....	89
6.4.2 Détermination de la tension de service	89
6.4.3 Revêtement enrobant conforme.....	89
6.4.4 Indice de résistance au cheminement (IRC).....	89
6.4.5 Mesure de lignes de fuite et de distances d'isolement dans l'air	90
6.4.6 Boîtes d'étanchéité de câble remplies de composé.....	92
6.5 Rigidité diélectrique.....	97
6.5.1 Isolement de la terre ou du châssis	97
6.5.2 Isolement entre parties conductrices	97
7 Eléments de raccordement et logements de raccordement	98
7.1 Généralités.....	98
7.2 Raccordements de câblage sur site	99
7.2.1 Généralités.....	99
7.2.2 Raccordements utilisant des bornes conformes à la CEI 60947-7-1, à la CEI 60947-7-2, à la CEI 60999-1, ou à la CEI 60999-2	99
7.2.3 Installations de raccordement de câblage sur site formant partie intégrante des composants ou du matériel « n ».....	99
7.2.4 Raccordements conçus pour être utilisés avec des cosses de câble et des dispositifs similaires.....	99
7.2.5 Raccordements utilisant des aménagements permanents	99
7.3 Raccordements usine	100
7.3.1 Généralités.....	100
7.3.2 Méthodes de raccordement de câblage sur site utilisées pour les raccordements usine	100
7.3.3 Autres raccordements usine	100
7.3.4 Raccordements permanents	100
7.3.5 Raccordements enfichables.....	100
7.3.6 Raccordements sous forme de pontage.....	100
8 Exigences supplémentaires pour machines tournantes ne produisant pas d'étincelles	101

8.1	Généralités.....	101
8.2	Enveloppe de machine	101
8.3	Boîtes à bornes	101
8.4	Dispositifs coupe-feu pour conduits, boîtes d'étanchéité de câble et boîtes de répartition.....	101
8.5	Éléments de raccordement pour conducteurs externes.....	101
8.6	Connexions de point neutre.....	102
8.7	Entrefer radial	102
8.8	Cages de rotor	103
8.8.1	Cages de rotor en barres reliées à des bagues terminales.....	103
8.8.2	Cages de rotor coulées.....	103
8.8.3	Évaluation de formation éventuelle d'étincelles dans l'entrefer.....	103
8.9	Système d'isolement de l'enroulement du stator.....	104
8.10	Limitation de la température de surface.....	105
8.10.1	Prévention d'inflammation thermique.....	105
8.10.2	Fonctionnement avec un convertisseur de fréquence ou une alimentation non sinusoïdale	105
9	Exigences supplémentaires pour les coupe-circuits à fusibles et pour les assemblages à fusibles ne produisant pas d'étincelles	106
9.1	Coupe-circuits à fusibles	106
9.2	Classe de température d'un matériel	106
9.3	Montage du coupe-circuits à fusibles.....	106
9.4	Enveloppes des coupe-circuits à fusibles	106
9.5	Identification des coupe-circuits à fusibles.....	106
10	Exigences supplémentaires pour les prises de courant ne produisant pas d'étincelles	106
10.1	Prises de courant pour raccordements externes	106
10.2	Maintien du degré de protection (code IP)	107
10.3	Socles de prises de courant dont les fiches ne sont pas insérées en service normal.....	107
11	Exigences supplémentaires pour luminaires ne produisant pas d'étincelles	107
11.1	Généralités.....	107
11.2	Construction.....	108
11.2.1	Généralités.....	108
11.2.2	Enveloppe de la lampe	108
11.2.3	Supports de lampe	108
11.2.4	Organes auxiliaires.....	109
11.2.5	Lignes de fuite et distances d'isolement dans l'air	111
11.2.6	Bornes.....	111
11.2.7	Câblage interne	111
11.3	Luminaires pour lampes à double broche fluorescentes tubulaires	111
11.3.1	Généralités.....	111
11.3.2	Température ambiante maximale.....	112
11.3.3	Classe de température	112
11.3.4	Essais d'endurance et essais thermiques	112
11.3.5	Résistance à la poussière et à l'humidité.....	113
11.3.6	Résistance d'isolement et rigidité diélectrique	113
11.4	Autre matériel contenant des sources lumineuses	114

12	Exigences supplémentaires pour le matériel comprenant des éléments et batteries ne produisant pas d'étincelles	114
12.1	Généralités.....	114
12.2	Classification des éléments et des batteries	114
12.2.1	Éléments et batteries de type 1	114
12.2.2	Éléments et batteries de type 2	114
12.2.3	Éléments et batteries de type 3	114
12.3	Exigences générales pour les éléments et batteries de types 1 et 2	115
12.3.1	Généralités	115
12.3.2	Capacité maximale.....	115
12.3.3	Éléments d'accumulateurs.....	115
12.3.4	Raccordement des éléments	115
12.3.5	Mode de décharge	115
12.3.6	Température	115
12.3.7	Lignes de fuite et de distances d'isolement dans l'air	116
12.3.8	Raccordements	116
12.3.9	Raccordement des éléments en série.....	116
12.3.10	Protection contre les décharges sévères	116
12.3.11	Conditions d'essai de température	116
12.3.12	Blocs de batteries	116
12.3.13	Raccordement du bloc de batteries	116
12.3.14	Dégagement d'électrolyte et de gaz d'élément.....	116
12.3.15	Charge excessive.....	117
12.4	Chargement des éléments et batteries de type 1 et de type 2.....	117
12.4.1	Plage de températures	117
12.4.2	Spécifications du chargeur	117
12.4.3	Chargement d'éléments ou de batteries séparées	117
12.4.4	Limitations du chargeur	117
12.4.5	Charge à l'extérieur de l'emplacement dangereux.....	117
12.4.6	Dégagement gazeux pendant la charge.....	117
12.5	Exigences pour batteries d'accumulateurs de type 3	117
12.5.1	Types de batteries acceptables	117
12.5.2	Compartiments de batterie.....	118
12.5.3	Éléments	119
12.5.4	Raccordements	119
12.6	Vérification et essais	120
12.6.1	Résistance d'isolement.....	120
12.6.2	Essai de choc mécanique	120
13	Exigences supplémentaires pour matériel basse puissance ne produisant pas d'étincelles	120
14	Exigences supplémentaires pour transformateurs de courant ne produisant pas d'étincelles	122
15	Autres matériels électriques ne produisant pas d'étincelles	122
16	Exigences supplémentaires générales relatives au matériel produisant des arcs, des étincelles ou des surfaces chaudes.....	122
17	Exigences supplémentaires relatives aux dispositifs à coupure enfermée et composants non propagateurs de flamme produisant des arcs, des étincelles ou des surfaces chaudes.....	123
17.1	Essais de type.....	123

17.2	Caractéristiques assignées	123
17.2.1	Dispositifs à coupure enfermée	123
17.2.2	Composants non propagateurs de la flamme	123
17.3	Construction des dispositifs à coupure enfermée.....	123
17.3.1	Volume interne libre	123
17.3.2	Exigences relatives à la température de fonctionnement en continu (COT)	123
17.3.3	Protection des dispositifs d'étanchéité	124
18	Exigences supplémentaires relatives aux dispositifs hermétiquement scellés produisant des arcs, des étincelles ou des surfaces chaudes	124
19	Exigences supplémentaires relatives aux dispositifs clos produisant des arcs, des étincelles ou des surfaces chaudes	124
19.1	Matériaux non métalliques.....	124
19.2	Ouverture	124
19.3	Espaces internes.....	124
19.4	Manutention	124
19.5	Dispositifs d'étanchéité élastiques.....	124
19.6	Essais de type.....	124
20	Exigences supplémentaires relatives aux matériels produisant des arcs, des étincelles ou des surfaces chaudes et protégés par des enveloppes à respiration limitée	125
20.1	Généralités.....	125
20.2	Exigences de construction.....	125
20.2.1	Type de matériel.....	125
20.2.2	Entrées de câble et de conduit	126
20.2.3	Tiges, axes et arbres	126
20.2.4	Hublots.....	126
20.2.5	Exigences relatives aux dispositifs d'étanchéité.....	126
20.2.6	Dispositifs d'étanchéité non élastiques	127
20.2.7	Port d'essai	127
20.2.8	Ventilateurs internes.....	128
20.2.9	Dispense de l'essai individuel de série	128
20.3	Limitation de température.....	128
20.3.1	Généralités.....	128
20.3.2	Calcul de la température.....	128
20.4	Exigences supplémentaires relatives aux luminaires à respiration limitée.....	129
20.4.1	Dispositif de montage	129
20.4.2	Réflecteurs	129
20.4.3	Températures en surface des luminaires à respiration limitée.....	129
21	Informations générales relatives à la vérification et aux essais	129
22	Essais de type.....	129
22.1	Echantillons représentatifs	129
22.2	Configuration des essais	129
22.3	Essais sur les enveloppes dont dépend le mode de protection	129
22.3.1	Essais d'endurance thermique.....	129
22.4	Essais sur les dispositifs à coupure enfermée et sur les composants non propagateurs de flamme.....	130
22.4.1	Préparation d'échantillons de dispositifs à coupure enfermée.....	130

22.4.2	Préparation d'échantillons de composants non propagateurs de flamme	130
22.4.3	Conditions d'essai pour les dispositifs à coupure enfermée et les composants non propagateurs de flamme.....	130
22.5	Essais sur les dispositifs clos	131
22.5.1	Conditionnement	131
22.5.2	Essai de tension	131
22.5.3	Essais sur les dispositifs à espace libre.....	131
22.5.4	Essai sur les dispositifs clos pour luminaires	132
22.6	Exigences relatives aux essais de type sur les enveloppes à respiration limitée	133
22.6.1	Généralités.....	133
22.6.2	Procédure d'essai.....	133
22.6.3	Essai de type alternatif pour le matériel pour lequel la valeur nominale de l'enveloppe est modifiée du fait de la pression.....	133
22.7	Essai sur les douilles de lampes à vis	133
22.8	Essai sur les socles de starter pour luminaires	134
22.9	Essais sur les starters électroniques pour lampes fluorescents tubulaires et essais sur les amorces pour lampes au sodium ou à l'halogénure métallisé haute pression.....	134
22.9.1	Généralités.....	134
22.9.2	Essai de résistance à l'humidité, d'isolement et de rigidité diélectrique.....	135
22.9.3	Essai sur les dispositifs de coupure.....	135
22.9.4	Essai de durée de vie (lampe défaillante)	135
22.10	Essai sur les câbles de luminaires soumis à des impulsions haute tension en provenance d'amorces.....	136
22.11	Essai de choc mécanique pour les batteries	136
22.11.1	Généralités	136
22.11.2	Procédure d'essai.....	136
22.11.3	Critères d'évaluation	137
22.12	Essai de résistance d'isolement des batteries.....	137
22.12.1	Conditions d'essai	137
22.12.2	Critères d'évaluation	137
22.13	Essais supplémentaires d'inflammation sur les grandes machines et les machines à haute tension	137
22.13.1	Essai de construction du rotor à cage.....	137
22.13.2	Essai d'inflammation sur le système d'isolement des enroulements de stators.....	138
23	Vérifications et essais individuels de série.....	139
23.1	Généralités.....	139
23.2	Essais individuels de série spécifiques.....	139
23.2.1	Essai de rigidité diélectrique.....	139
23.2.2	Variante d'essai de rigidité diélectrique	139
23.2.3	Exigences applicables aux essais individuels de série sur les enveloppes à respiration limitée	139
23.2.4	Essais individuels de série pour les starters et amorces électroniques.....	140
24	Marquage	140
24.1	Généralités.....	140
24.2	Marquage supplémentaire des batteries	141

24.3 Exemples de marquage	141
24.3.1 Marquages d'avertissement	142
25 Documentation	142
26 Instructions.....	143
Annexe A (informative) Considérations relatives à la mise en oeuvre et à l'installation et aux essais des machines asynchrones Ex « nA ».....	144
Bibliographie.....	146
Figure 1 – Exemples de détermination des distances d'isolement dans l'air et des lignes de fuite	97
Tableau 1 – Rapport entre cette partie et la CEI 60079-0.....	80
Tableau 2 – Lignes de fuite, distances d'isolement dans l'air et distances de séparation minimales	90
Tableau 3 – Résistance de cheminement des matériaux isolants	92
Tableau 4 – Séparation dans les boîtes d'étanchéité de câble remplies de composé	92
Tableau 5 – Tension présumée des points neutres	102
Tableau 6 – Évaluation des risques de formation d'étincelles dans l'entrefer pour les facteurs de risque d'inflammation de rotors à cage	104
Tableau 7 – Distance minimale entre la lampe et le couvercle de protection	108
Tableau 8 – Lignes de fuites et distances d'isolement dans l'air aux valeurs de crête de tensions d'impulsion supérieures à 1,5 kV.....	111
Tableau 9 – Types et utilisation des éléments et batteries	115
Tableau 10 – Lignes de fuite, distances d'isolement dans l'air et séparations minimales pour le matériel de basse puissance	122
Tableau 11 – Couple d'insertion.....	134
Tableau 12 – Couple minimal de desserrage	134
Tableau 13 – Mélanges d'essai explosifs	138
Tableau 14 – Textes de marquage d'avertissement.....	142

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

ATMOSPHÈRES EXPLOSIVES –

Partie 15: Protection du matériel par mode de protection « n »

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 propriété intellectuelle ou de droits analogues. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale CEI 60079-15 a été établie par le comité d'études 31 de la CEI: Equipements pour atmosphères explosives.

Cette quatrième édition annule et remplace la troisième édition parue en 2005, dont elle constitue une révision technique.

Les modifications techniques importantes par rapport à l'édition précédente sont les suivantes:

- ajout des niveaux de protection des matériels;
- retrait des exigences pour les appareils « nL » à énergie limitée et les appareils « [nL] » à énergie limitée associés;
- retrait des exigences pour les dispositifs encapsulés « nC »;
- exigences étendues et clarifiées pour les raccordements électriques;
- exigences étendues et clarifiées pour les ballasts pour luminaire;

- exigences clarifiées pour l'évaluation et les essais sur les rotors de moteur;
- limite de 15 kV ajoutée pour la protection du matériel du mode de protection « n »;
- exigence en matière d'espacement modifiée pour les tensions supérieures à 10 kV;
- exigences modifiées pour les enveloppes à respiration limitée;
- modification des exigences pour les stators et rotors de moteurs;
- ajout de l'Annexe A (informative);
- introduction de références non datées à la CEI 60079-0.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
31/833/FDIS	31/853/RVD

Le rapport de vote indiqué dans le tableau ci-dessus donne toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cette norme.

La présente Norme internationale doit être lue conjointement avec la CEI 60079-0.

Cette publication a été rédigée selon les Directives ISO/CEI, Partie 2.

Une liste de toutes les parties de la série CEI 60079, présentées sous le titre général: *Atmosphères explosives*, est disponible sur le site web de la CEI.

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant la date de maintenance 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 15: Protection du matériel par mode de protection « n »

1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 60079 spécifie les exigences de construction, d'essai et de marquage du matériel électrique du Groupe II avec mode de protection « n » destiné à être utilisé en atmosphère explosive gazeuse. La présente norme s'applique au matériel électrique dont la tension assignée ne dépasse pas 15 kV efficace, c.a. ou c.c.

La présente partie de la CEI 60079 s'applique au matériel électrique ne produisant pas d'étincelles, ainsi qu'au matériel électrique dont des parties ou circuits produisent des arcs ou des étincelles ou qui ont des surfaces chaudes qui, si elles n'étaient pas protégées selon l'une des manières mentionnées dans la présente norme, seraient susceptibles d'enflammer une atmosphère explosive gazeuse environnante. La présente norme décrit différentes méthodes permettant de résoudre ce problème et pouvant être combinées à d'autres méthodes décrites dans la CEI 60079-0.

La présente norme complète et modifie les exigences générales de la CEI 60079-0, à l'exception de celles qui sont indiquées dans le Tableau 1. Si une exigence de la présente norme est en conflit avec une exigence de la CEI 60079-0, l'exigence de la présente norme prévaut.

Tableau 1 – Rapport entre la présente partie et la CEI 60079-0

Article de la CEI 60079-0			Application de l'article de la CEI 60079-0 à la CEI 60079-15		
Ed. 5.0 (2007) (informative)	Ed. 6.01 (future édition) (informative)	Titre de l'article / paragraphe (normatif)	Matériel de protection contre les étincelles nC	Matériel ne produisant pas d'étincelles nA	Matériel à respiration limitée nR
4	4	Groupement du matériel	Oui	Oui	Oui
4.1	4.1	Groupe I	Non	Non	Non
4.2	4.2	Groupe II	Oui	Oui	Oui
4.3	4.3	Groupe III	Non	Non	Non
4.4	4.4	Matériel pour une atmosphère explosive particulière	Oui	Oui	Oui
5.1	5.1	Incidences de l'environnement	Oui	Oui	Oui
5.1.1	5.1.1	Température ambiante	Oui	Oui	Oui
5.1.2	5.1.2	Source externe d'échauffement ou de refroidissement	Oui	Oui	Oui
5.2	5.2	Température de service	Oui	Oui	Oui
5.3.1	5.3.1	Détermination de température maximale de surface	Oui	Oui	Oui

¹ A l'étude.

Tableau 1 (suite)

Article de la CEI 60079-0			Application de l'article de la CEI 60079-0 à la CEI 60079-15		
Ed. 5.0 (2007) (informative)	Ed. 6.0 ² (future édition) (informative)	Titre de l'article / paragraphe (normatif)	Matériel de protection contre les étincelles nC	Matériel ne produisant pas d'étincelles nA	Matériel à respiration limitée nR
5.3.2.1	5.3.2.1	Matériels électriques du Groupe I	Non	Non	Non
5.3.2.2	5.3.2.2	Matériels électriques du Groupe II	Oui	Oui	Oui
5.3.2.3	5.3.2.3	Matériels électriques du Groupe III	Non	Non	Non
5.3.3	5.3.3	Température des petits composants pour les matériels électriques du Groupe I et du Groupe II	Oui	Oui	Non
6.1	6.1	Généralités	Oui	Oui	Oui
6.2	6.2	Résistance mécanique	Oui	Oui	Oui
6.3	6.3	Délai d'ouverture	Non	Non	Oui
6.4	6.4	Courants de circulation	Oui	Oui	Oui
6.5	6.5	Maintien des garnitures de joint	Oui	Oui	Oui
6.6	6.6	Matériel rayonnant ultrasonique et électromagnétique	Oui	Oui	Oui
7.1.1	7.1.1	Applicabilité	Oui	Oui	Oui
7.1.2	7.1.2	Spécification des matériaux	Oui	Oui	Oui
7.1.3	7.1.2.2	Matériaux plastiques	Oui	Oui	Oui
7.1.4	7.1.2.3	Matériaux élastomères	Oui	Oui	Oui
7.2	7.2	Endurance thermique	Oui	Oui	Oui
7.3	7.3	Résistance à la lumière	Oui	Oui	Oui
7.4	7.4	Charges électrostatiques des matériaux externes non métalliques	Oui	Oui	Oui
7.5	9.1	Trous taraudés	Oui	Oui	Oui
8.1.1	8.2	Groupe I	Non	Non	Non
8.1.2	8.3	Groupe II	Oui	Oui	Oui
8.1.3	8.4	Groupe III	Non	Non	Non
8.2	9.1	Trous taraudés	Oui	Oui	Oui
9.1	9.1	Généralités	Oui	Oui	Oui
9.2	9.2	Fermetures spéciales	Non	Non	Non
9.3	9.3	Trous pour fermetures spéciales	Non	Non	Non
10	10	Dispositifs de verrouillage	Non	Non	Non
11	11	Traversées	Oui	Oui	Oui
12	12	Matériaux utilisés pour le scellement	Modifié	Modifié	Modifié
13	13	Composants Ex	Oui	Oui	Oui
14	14	Eléments de raccordement et logements de raccordement	Modifié	Modifié	Modifié

Tableau 1 (suite)

Article de la CEI 60079-0			Application de l'article de la CEI 60079-0 à la CEI 60079-15		
Ed. 5.0 (2007) (informative)	Ed. 6.0 ² (future édition) (informative)	Titre de l'article / paragraphe (normatif)	Matériel de protection contre les étincelles nC	Matériel ne produisant pas d'étincelles nA	Matériel à respiration limitée nR
15	15	Eléments de raccordement pour conducteurs de mise à la terre	Oui	Oui	Oui
16	16	Entrées dans les enveloppes	Oui	Oui	Oui
17	17	Exigences supplémentaires pour les machines électriques tournantes	Non	Modifié	Non
18	18	Exigences supplémentaires pour l'appareillage de coupure et de sectionnement	Oui	Oui	Oui
19	19	Exigences supplémentaires pour les coupe-circuits à fusible	Modifié	Modifié	Modifié
20	20	Exigences supplémentaires pour les prises de courant	Modifié	Modifié	Modifié
21	21	Exigences supplémentaires pour les luminaires	Modifié	Modifié	Modifié
22	22	Exigences supplémentaires pour lampes-chapeaux et lampes à main	Oui	Oui	Oui
23	23	Matériel incorporant des éléments et des batteries	Modifié	Modifié	Modifié
24	24	Documentation	Oui	Oui	Oui
25	25	Conformité du prototype ou de l'échantillon aux documents	Oui	Oui	Oui
26.1	26.1	Généralités	Oui	Oui	Oui
26.2	26.2	Configuration des essais	Oui	Oui	Oui
26.3	26.3	Essais en présence de mélanges explosifs	Oui	Oui	Oui
26.4	26.4	Essais d'enveloppes	Oui	Oui	Oui
26.4.1.1	26.4.1.1	Enveloppes métalliques, parties métalliques d'enveloppes et parties en verre d'enveloppes	Oui	Oui	Oui
26.4.1.2.1	26.4.1.2.1	Matériels électriques du Groupe I	Non	Non	Non
26.4.1.2.2	26.4.1.2.2	Matériels électriques du Groupe II et du Groupe III	Oui	Oui	Oui
26.4.2	26.4.2	Résistance aux chocs	Oui	Oui	Oui
26.4.3	26.4.3	Essai de chute	Oui	Oui	Oui
26.4.4	26.4.4	Critères d'acceptation	Oui	Oui	Oui
26.4.5	26.4.5	Degré de protection (IP) assuré par les enveloppes	Oui	Oui	Oui
26.5	26.5	Essais thermiques	Oui	Oui	Oui
26.6	26.6	Essai de rotation des traversées	Oui	Oui	Oui

Tableau 1 (suite)

Article de la CEI 60079-0			Application de l'article de la CEI 60079-0 à la CEI 60079-15		
Ed. 5.0 (2007) (informative)	Ed. 6.0 (future edition) (informative)	Titre de l'article / paragraphe (normatif)	Matériel de protection contre les étincelles nC	Matériel ne produisant pas d'étincelles nA	Matériel à respiration limitée nR
26.7	26.7	Enveloppes non métalliques ou parties non métalliques des enveloppes	Modifié	Modifié	Modifié
26.8	26.8	Endurance thermique à la chaleur	Modifié	Modifié	Modifié
26.9	26.9	Endurance thermique au froid	Oui	Oui	Oui
26.10	26.10	Résistance à la lumière	Oui	Oui	Oui
26.11	26.11	Résistance aux agents chimiques du matériel électrique du Groupe I	Non	Non	Non
26.12	26.12	Continuité de terre	Oui	Oui	Oui
26.13	26.13	Essai de résistance superficielle des parties des enveloppes de matériaux non métalliques	Oui	Oui	Oui
26.14		Essais de charge	Oui	Oui	Oui
26.15	26.14	Mesure de capacité	Oui	Oui	Oui
27	27	Essais individuels de série	Oui	Oui	Oui
28	28	Responsabilité du constructeur	Oui	Oui	Oui
29	29	Marquage	Oui	Oui	Oui
30	30	Instructions	Oui	Oui	Oui
Annexe A	Annexe A	Exigences supplémentaires pour les entrée de câble Ex	Oui	Oui	Oui
Annexe B	Annexe B	Exigences pour les composants Ex	Oui	Oui	Oui
Annexe C	Annexe C	Exemple de banc pour l'essai de résistance au choc	Oui	Oui	Oui
Annexe D	Annexe D	Introduction à une autre méthode d'évaluation du risque englobant des « niveaux de protection des matériels » pour les matériels Ex	Oui	Oui	Oui
<p>Oui: cette exigence de la CEI 60079-0 est applicable sans modification. Non: cette exigence de la CEI 60079-0 n'est pas applicable. Modifié: cette exigence de la CEI 60079-0 est modifié comme cela est détaillé dans la présente norme.</p>					

NOTE 1 Les numéros d'articles ci-dessus ne sont donnés qu'à titre informatif. Les exigences applicables de la CEI 60079-0 sont identifiées par le titre de l'article qui est normatif. Le présent document a été rédigé en rapport avec les exigences spécifiques de la CEI 60079-0 (éd. 5.0). Les numéros d'articles pour l'édition précédente sont donnés à titre informatif uniquement. Ceci afin de permettre l'utilisation de la CEI 60079-0 (éd. 5.0) « Exigences générales » lorsque c'est nécessaire avec la présente partie de la CEI 60079. Lorsqu'il n'y a pas d'exigence, indiqué par « NR » (pas d'exigence) ou lorsqu'il y a conflit entre des exigences, les exigences de la dernière édition prévalent.

NOTE 2 Un composant non propagateur de flamme est limité à une utilisation sur le circuit particulier pour lequel il a pu être démontré qu'il n'est pas susceptible de provoquer une inflammation et il ne peut donc pas être évalué séparément comme satisfaisant à la présente norme.

NOTE 3 La conformité à la présente norme n'implique pas l'élimination ou la réduction des exigences de toute autre norme avec laquelle le matériel électrique est conforme.

NOTE 4 La présente partie de la CEI 60079 complète et éventuellement améliore les exigences du matériel pour des applications industrielles normales. Lorsqu'il est indiqué que le matériel satisfait à d'autres normes CEI, par

exemple la CEI 60034 pour les moteurs et la CEI 60598-2 pour les luminaires, il incombe généralement au constructeur de prouver la conformité aux normes en question.

NOTE 5 Le mode de protection « n » fournit un niveau de protection des matériels (EPL) Gc. Pour plus d'informations, voir la CEI 60079-0.

2 Références normatives

Les documents de référence 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 de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

CEI 60034 (toutes les parties), *Machines électriques tournantes*

CEI 60034-1, *Machines électriques tournantes – Partie 1: Caractéristiques assignées et caractéristiques de fonctionnement*

CEI/TS 60034-25, *Rotating electrical machines – Part 25: Guidance for the design and performance of a.c. motors specifically designed for converter supply* (disponible en anglais seulement)

CEI 60061 (toutes les parties), *Culots de lampes et douilles ainsi que calibres pour le contrôle de l'interchangeabilité et de la sécurité*

CEI 60061-1, *Culots de lampes et douilles ainsi que calibres pour le contrôle de l'interchangeabilité et de la sécurité – Partie 1: Culots de lampes*

CEI 60068-2-27:2008, *Essais d'environnement – Partie 2-27: Essais – Essai Ea et guide: Chocs*

CEI 60079-0:2007, *Atmosphères explosives – Partie 0: Matériel – Exigences générales*

CEI 60079-1, *Atmosphères explosives – Partie 1: Protection du matériel par enveloppes antidéflagrantes « d »*

CEI 60079-11, *Atmosphères explosives – Partie 11: Protection de l'équipement par sécurité intrinsèque « i »*

CEI 60112, *Méthode de détermination des indices de résistance et de tenue au cheminement des matériaux isolants solides*

CEI 60155, *Interrupteurs d'amorçage à lueur pour lampes à fluorescence (starters)*

CEI 60228, *Ames des câbles isolés*

CEI 60238, *Douilles à vis Edison pour lampes*

CEI 60269-3, *Fusibles basse tension – Partie 3: Exigences supplémentaires pour les fusibles destinés à être utilisés par des personnes non qualifiées (fusibles pour usages essentiellement domestiques et analogues) – Exemples de systèmes de fusibles normalisés A à F*

CEI 60400, *Douilles pour lampes tubulaires à fluorescence et douilles pour starters*

CEI 60529, *Degrés de protection procurés par les enveloppes (code IP)*

CEI 60598 (toutes les parties), *Luminaires*

CEI 60598-1:2008, *Luminaires – Partie 1: Exigences générales et essais*

CEI 60598-2 (toutes les parties), *Luminaires – Partie 2: Règles particulières*

CEI 60664-1, *Coordination de l'isolement des matériels dans les systèmes (réseaux) à basse tension – Partie 1: Principes, exigences et essais*

CEI 60927, *Appareils auxiliaires pour lampes – Dispositifs d'amorçage (autres que starters à lueur) – Exigences de performance*

CEI 60947-7-1, *Appareillage à basse tension – Partie 7-1: Matériels accessoires – Blocs de jonction pour conducteurs en cuivre*

CEI 60947-7-2, *Appareillage à basse tension – Partie 7-2: Matériels accessoires – Blocs de jonction de conducteur de protection pour conducteurs en cuivre*

CEI 60998-2-4, *Dispositifs de connexion pour circuits basse tension pour usage domestique et analogue – Partie 2-4: Règles particulières pour dispositifs de connexion par épissure*

CEI 60999-1, *Dispositifs de connexion – Conducteurs électriques en cuivre – Prescriptions de sécurité pour organes de serrage à vis et sans vis – Partie 1: Prescriptions générales et particulières pour les organes de serrage pour les conducteurs de 0,2 mm² à 35 mm² (inclus)*

CEI 60999-2, *Dispositifs de connexion – Conducteurs électriques en cuivre – Prescriptions de sécurité pour organes de serrage à vis et sans vis – Partie 2: Prescriptions particulières pour les organes de serrage pour conducteurs au-dessus de 35 mm² et jusqu'à 300 mm² (inclus)*

CEI 61048, *Appareils auxiliaires pour lampes – Condensateurs destinés à être utilisés dans les circuits de lampes tubulaires à fluorescence et autres lampes à décharge – Exigences générales et de sécurité*

CEI 61184, *Douilles à baïonnette*

CEI 61195, *Lampes à fluorescence à deux culots – Prescriptions de sécurité*

CEI 61347-1:2007, *Appareillages de lampes – Partie 1: Exigences générales et exigences de sécurité*

CEI 61347-2-1, *Appareillages de lampes – Partie 2-1: Prescriptions particulières pour les dispositifs d'amorçage (autres que starters à lueur)*

CEI 61347-2-2, *Appareillages de lampes – Partie 2-2: Prescriptions particulières pour les convertisseurs abaisseurs électroniques alimentés en courant continu ou alternatif pour lampes à incandescence*

CEI 61347-2-3, *Appareillages de lampes – Partie 2-3: Prescriptions particulières pour les ballasts électroniques alimentés en courant alternatif pour lampes fluorescentes*

CEI 61347-2-4, *Appareillages de lampes – Partie 2-4: Prescriptions particulières pour les ballasts électroniques alimentés en courant continu pour l'éclairage général*

CEI 61347-2-7, *Appareillages de lampes – Partie 2-7: Exigences particulières pour les ballasts électroniques alimentés en courant continu pour l'éclairage de secours*

CEI 61347-2-8, *Appareillages de lampes – Partie 2-8: Prescriptions particulières pour les ballasts pour lampes fluorescentes*

CEI 61347-2-9, *Appareillages de lampes – Partie 2-9: Prescriptions particulières pour les ballasts pour lampes à décharge (à l'exclusion des lampes fluorescentes)*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions donnés dans la CEI 60079-0 ainsi que les suivants s'appliquent.

3.1

boîte d'étanchéité de câble

enveloppe auxiliaire fournie spécifiquement pour rendre étanche un câble (par exemple câble isolé par de l'huile) là où il est relié à un appareil

L'enveloppe permet également de relier des extrémités de câble séparées au câble

3.2

distance d'isolement dans l'air (distance d'isolement)

distance la plus courte dans l'air entre deux parties conductrices

3.3

ligne de fuite

la plus courte distance sur la surface d'un isolant solide en contact avec l'air, entre deux parties conductrices

3.4

cycle de service

variation de charge répétitive dont la durée du cycle est insuffisante pour que l'équilibre thermique soit atteint lors du premier cycle

[VEI 411-51-07]

3.5

séparation

la plus courte distance dans un matériau d'isolement solide entre deux parties conductrices

3.6

dispositif d'étanchéité

dispositif utilisant une autre méthode que l'encapsulage pour empêcher l'écoulement de gaz ou de liquide entre le matériel et un conduit en apportant des éléments d'étanchéité

3.7

mode de protection « n »

mode de protection appliqué au matériel électrique, de manière qu'en service normal et lors de certains cas fréquents et réguliers spécifiés, il ne puisse pas provoquer l'inflammation d'une atmosphère explosive gazeuse environnante

NOTE 1 En outre, les exigences de la présente norme sont prévues pour empêcher qu'un fonctionnement défectueux susceptible de provoquer une inflammation ne se produise.

NOTE 2 Un exemple de cas fréquent et régulier spécifié est un luminaire avec une ampoule grillée.

3.7.1

dispositif ne produisant pas d'étincelles « nA »

dispositif construit pour minimiser le risque d'occurrence d'arcs ou d'étincelles susceptibles de provoquer un risque d'inflammation en service normal

NOTE Dans le cadre de la présente norme, un service normal est censé exclure la dépose ou l'insertion de composants avec le circuit sous tension.

3.7.2

dispositifs et composants « nC »

3.7.2.1

dispositif à coupure enfermée « nC »

dispositif comprenant des contacts électriques qui se ferment et qui s'ouvrent et qui résistera à une explosion interne de gaz ou de vapeur inflammables pouvant y pénétrer, sans subir de dommages et sans communiquer l'explosion interne au gaz ou à la vapeur inflammable extérieurs

NOTE La différence de principe entre les dispositifs à coupure enfermée « nC » et antidéflagrants « d » tient aux dimensions qui ne sont pas contrôlées et aux facteurs de sécurité qui n'ont pas été ajoutés.

3.7.2.2

dispositif hermétiquement scellé « nC »

dispositif construit de manière à éviter que l'atmosphère externe ne puisse accéder à l'intérieur et dont l'étanchéité s'effectue par fusion, par exemple par soudure tendre, brasage, soudage ou par fusion verre-métal

3.7.2.3

composant non propagateur de flamme « nC »

composants disposant de contacts de fermeture ou d'ouverture d'un circuit spécifié susceptible d'entraîner une inflammation, mais où le mécanisme de contact est conçu et construit de manière à éviter que le composant ne provoque l'inflammation de l'atmosphère explosive gazeuse spécifiée

NOTE Le logement du composant non propagateur de flamme n'est pas prévu pour exclure l'atmosphère explosive gazeuse ni pour contenir une explosion. Elle s'applique généralement aux contacts d'interrupteur construits spécialement, qui sont conçus mécaniquement pour étouffer tout arc ou étincelle afin qu'ils ne constituent pas une source d'inflammation.

3.7.2.4

dispositif clos « nC »

dispositif construit de manière à ne pas pouvoir s'ouvrir en service normal et clos de manière efficace pour empêcher la pénétration d'une atmosphère externe

3.7.3

enveloppe à respiration limitée « nR »

enveloppe prévue pour restreindre la pénétration de gaz, de vapeurs et de brouillards

3.8

port d'essai

installation permettant de soumettre à l'essai l'intégrité du matériel à respiration limitée sur site après installation, au cours de l'inspection initiale et lors des opérations de maintenance

4 Généralités

4.1 Groupement du matériel et classification en température

Le groupement du matériel et la classification en température doivent s'effectuer conformément aux articles traitant du groupement du matériel et des températures de la CEI 60079-0.

4.2 Sources d'inflammation potentielles

En service normal et dans certains cas fréquents et réguliers spécifiés par la présente norme, le matériel ne doit pas

- a) produire d'arc ou d'étincelle en service à moins que l'arc ou l'étincelle ne puisse pas provoquer l'inflammation d'une atmosphère explosive environnante du fait de l'application d'une des méthodes décrites aux Articles 16 à 20;
- b) développer une température de surface maximale supérieure à la valeur maximale correspondant à la classe de température du matériel, à moins que la température de la surface ou du point chaud ne puisse pas provoquer l'inflammation d'une atmosphère explosive environnante du fait de l'application d'une des méthodes décrites aux Articles 16 à 20 s'il y a lieu, ou à moins qu'il n'ait été démontré d'une autre manière que le matériel est sûr, comme spécifié en 5.1.

Les composants produisant des arcs ou des étincelles, à fonctionnement manuel, situés dans une enveloppe, considérés comme inaccessibles en fonctionnement normal sans l'utilisation

d'un outil (voir les exigences générales des fermetures de la CEI 60079-0), peuvent être évalués comme des composants ne produisant pas d'étincelles (nA). Ces composants doivent être identifiés dans la documentation élaborée conformément aux exigences de documentation de la CEI 60079-0.

5 Températures

5.1 Température maximale de surface

La température maximale de surface doit être déterminée en accord avec les exigences de détermination de la température de surface de la CEI 60079-0. La surface à considérer doit être:

- pour le matériel « nR » et le matériel « nC »: la surface externe du matériel;
- pour le matériel « nA »: la surface de toute partie du matériel électrique, y compris la surface des parties internes auxquelles l'atmosphère explosive gazeuse peut avoir accès.

NOTE Ce peut être la surface externe de composants « nC » situés dans un matériel « nA ».

5.2 Petits composants

Les exigences pour la température des petits composants de la CEI 60079-0 s'appliquent à l'évaluation des petits composants. Les assouplissements pour la température des fils minces et des pistes de circuits imprimés contenus dans la CEI 60079-11 peuvent également être utilisés dans l'application de la présente norme.

6 Exigences pour le matériel électrique

6.1 Généralités

Le matériel électrique du mode de protection « n » doit satisfaire aux exigences de la présente norme et aux parties applicables de la CEI 60079-0 pour la ou les méthodes de protection utilisées.

6.2 Temps d'ouverture

Les exigences de temps d'ouverture de la CEI 60079-0 ne sont pas applicables à l'exception des enveloppes à respiration limitée « nR ».

6.3 Degré de protection minimal

6.3.1 Généralités

Sauf mention contraire dans la présente norme, l'enveloppe du matériel, lorsqu'elle est soumise à l'essai conformément à la CEI 60079-0, doit fournir au minimum le degré de protection décrit en a) ou en b), à moins que la sécurité ne soit pas réduite par un contact avec des corps étrangers solides ou avec de l'eau (par exemple, extensomètres, thermomètres à résistance ou thermocouples). Dans ce cas, la documentation (voir Article 25) doit en expliquer les raisons et spécifier des exigences d'installation spéciales pouvant s'avérer nécessaires, et le symbole « X » doit figurer sur le matériel pour indiquer les conditions spéciales d'installation (voir les exigences de marquage de la CEI 60079-0):

- a) IP54 où il y a des parties actives nues, ou IP44 où il y a des parties actives isolées;
- b) IP4X où il y a des parties actives nues, ou IP2X où il y a des parties actives isolées et lorsque le matériel est prévu en vue d'installation uniquement dans des emplacements assurant une protection appropriée contre l'introduction de corps étrangers solides ou d'eau qui risquent de nuire à la sécurité; le symbole « X » doit figurer sur le matériel (voir les exigences de marquage de la CEI 60079-0).

Dans le cas de matériel protégé, le degré de protection doit être marqué conformément à l'Article 24.

NOTE 1 Se reporter à l'Article 8 pour les exigences des machines électriques tournantes.

NOTE 2 Se reporter à l'Article 13 pour les exigences du matériel basse puissance ne produisant pas d'étincelles.

6.3.2 Degré de protection apporté par l'installation

Le marquage doit comprendre le symbole « X » et le constructeur doit fournir les informations pertinentes dans la documentation conformément à l'Article 25 lorsque l'enveloppe est achevée lors de l'installation du matériel.

6.4 Distances d'isolement dans l'air, lignes de fuite et séparations

6.4.1 Généralités

Les distances d'isolement dans l'air, les lignes de fuite et les séparations entre les parties conductrices à différents potentiels doivent satisfaire aux valeurs indiquées au Tableau 2, sauf dans les cas suivants:

- point de connexion du neutre des machines électriques tournantes conformément à 8.6;
- luminaires conformes à 11.2.5;
- matériels soumis à l'essai individuel de série de rigidité diélectrique de 6.5.2 pour ce qui concerne uniquement les étanchéités par revêtement enrobant conforme ou par séparations d'isolement en matériau solide ou encapsulées;
- instruments et matériels basse puissance conformément à l'Article 13.

Un circuit non référencé à la terre en service normal doit être considéré comme étant à la terre au point où la tension la plus élevée U est atteinte.

6.4.2 Détermination de la tension de service

Les distances d'isolement dans l'air et les lignes de fuite doivent être déterminées en fonction de la tension de service spécifiée par le constructeur du matériel. Lorsque le matériel est prévu pour plus d'une tension assignée ou pour une plage de tensions assignées, la valeur de la tension de service à utiliser doit être basée sur la valeur la plus élevée de la tension assignée.

6.4.3 Revêtement enrobant conforme

Un revêtement enrobant conforme, si cela s'applique, doit protéger les conducteurs et le matériau isolant en question contre l'entrée d'humidité. Il doit adhérer aux parties conductrices et au matériau isolant. Si le revêtement enrobant conforme est appliqué par pulvérisation, il faudra appliquer deux couches séparées. D'autres méthodes d'application nécessitent une seule couche, par exemple enrobage par trempage, brossage, imprégnation sous vide, mais le but est d'obtenir une étanchéité performante, durable et intacte. Un vernis épargne de soudage seul ne constitue pas un revêtement enrobant conforme, mais peut être accepté comme l'un des deux revêtements quand un revêtement supplémentaire est appliqué, sous réserve qu'il ne soit pas endommagé pendant le soudage.

Lorsque des conducteurs nus sortent du revêtement, les exigences indiquées au Tableau 2 doivent être appliquées au revêtement enrobant conforme.

6.4.4 Indice de résistance au cheminement (IRC)

Les valeurs de ligne de fuite requises sont fonction de la tension de service, de la résistance au cheminement du matériau isolant électrique et de son profil de surface.

Le Tableau 3 indique le groupement des matériaux isolants électriques selon l'IRC déterminé conformément à la CEI 60112. Les groupes de matériau sont identiques à ceux qui sont indiqués dans la CEI 60664-1. Les matériaux isolants inorganiques, par exemple le verre et la céramique, ne cheminent pas et il n'est donc pas nécessaire que l'IRC soit déterminé. Ils sont classés traditionnellement dans le groupe de matériaux I.

NOTE Il n'est pas tenu compte des surtensions transitoires car, en général, elles n'auront pas d'effet sur les phénomènes de cheminement. Il est toutefois possible qu'il faille considérer des surtensions temporaires et fonctionnelles en fonction de la durée et de la fréquence d'occurrence. Voir 11.2.5 et le Tableau 8 pour les tensions d'impulsion des circuits des luminaires ou la CEI 60664-1 pour plus d'informations à cet effet.

6.4.5 Mesure de lignes de fuite et de distances d'isolement dans l'air

Les distances d'isolement dans l'air, les lignes de fuite et les séparations doivent être déterminées avec toutes les parties mobiles disposées de telle sorte que les valeurs les plus basses possibles soient obtenues.

Les bornes doivent être évaluées par des mesures effectuées avec et sans conducteurs de la plus grande section transversale possible, comme spécifié par le constructeur des bornes.

NOTE 1 Cela sous-entend qu'il convient toujours de serrer à fond les vis des bornes inutilisées lorsque le matériel est en service.

Les distances d'isolement dans l'air et les lignes de fuite des raccordements externes doivent être conformes aux valeurs spécifiées au Tableau 2, mais avec une valeur minimale de 1,5 mm.

La Figure 1 (exemples provenant de la CEI 60664-1) illustre les caractéristiques dont il faut tenir compte pour déterminer les distances d'isolement dans l'air ou les lignes de fuite appropriées.

NOTE 2 La colle à l'intérieur d'un joint est généralement destinée à obstruer un cheminement dans l'air ou une ligne de fuite.

L'effet des nervures et des encoches doit être pris en considération sous réserve que

- les nervures de la surface possèdent une hauteur minimale de 1,5 mm et une épaisseur minimale de 0,4 mm appropriée pour la résistance mécanique du matériau;
- les encoches de la surface possèdent une profondeur minimale de 1,5 mm et une largeur minimale de 1,5 mm.

NOTE 3 Les saillies au-dessus de la surface et les enfoncements en dessous de la surface sont considérés comme étant des nervures et des encoches, quelle que soit leur forme géométrique.

Tableau 2 – Lignes de fuite, distances d'isolement dans l'air et distances de séparation minimales

Tension en valeur efficace ou en courant continu (Note 1) V	Ligne de fuite minimale (Note 2) mm				Distances d'isolement dans l'air et distances de séparation minimales mm		
	Groupe de matériaux				Dans l'air	Recouvert (Note 3)	Isolement enrobé ou solide (Note 4)
	I	II	IIIa	IIIb			
≤10 (voir Note 5)	1	1	1	1	0,4	0,3	0,2
≤12,5	1,05	1,05	1,05	1,05	0,4	0,3	0,2
≤16	1,1	1,1	1,1	1,1	0,8	0,3	0,2

Tableau 2 (suite)

Tension en valeur efficace ou en courant continu (Note 1) V	Ligne de fuite minimale (Note 2) mm				Distances d'isolement dans l'air et distances de séparation minimales mm		
	Groupe de matériaux				Dans l'air	Recouvert (Note 3)	Isolement enrobé ou solide (Note 4)
	I	II	IIIa	IIIb			
≤20	1,2	1,2	1,2	1,2	0,8	0,3	0,2
≤25	1,25	1,25	1,25	1,25	0,8	0,3	0,2
≤32	1,3	1,3	1,3	1,3	0,8	0,3	0,2
≤40	1,4	1,6	1,8	1,8	0,8	0,6	0,3
≤50	1,5	1,7	1,9	1,9	0,8	0,6	0,3
≤63	1,6	1,8	2	2	0,8	0,6	0,3
≤80	1,7	1,9	2,1	2,1	0,8	0,8	0,6
≤100	1,8	2	2,2	2,2	0,8	0,8	0,6
≤125	1,9	2,1	2,4	2,4	1	0,8	0,6
≤160	2	2,2	2,5	2,5	1,5	1,1	0,6
≤200	2,5	2,8	3,2	3,2	2	1,7	0,6
≤250	3,2	3,6	4	4	2,5	1,7	0,6
≤320	4	4,5	5	5	3	2,4	0,8
≤400	5	5,6	6,3	6,3	4	2,4	0,8
≤500	6,3	7,1	8	8	5	2,4	0,8
≤630	8	9	10	10	5,5	2,9	0,9
≤800	10	11	12,5	-	7	4	1,1
≤1 000	11		13	-	8	5,8	1,7
≤1 250	12		15	-	10	-	-
≤1 600	13		17	-	12	-	-
≤2 000	14		20	-	14	-	-
≤2 500	18		25	-	18	-	-
≤3 200	22		32	-	22	-	-
≤4 000	28		40	-	28	-	-
≤5 000	36		50	-	36	-	-
≤6 300	45		63	-	45	-	-
≤8 000	56		80	-	56	-	-
≤10 000	71		100	-	70	-	-
≤11 000	78		110	-	75	-	-
≤13 800	98		138	-	97	-	-
≤15 000	107		150	-	105	-	-

Tableau 2 (suite)

NOTE 1 Les échelons de tension jusqu'à 10 000 V sont basés sur la série R10. Pour les tensions de service jusqu'à 1 000 V, la tension de service réelle peut dépasser jusqu'à 10 % la valeur donnée dans le tableau.

NOTE 2 Les valeurs des lignes de fuite sont issues de la CEI 60664-1. Jusqu'à 800 V, les lignes de fuite sont basées sur le degré de pollution 3; les valeurs entre 2 000 V et 10 000 V sont basées sur le degré de pollution 2. Les autres valeurs sont soit interpolées, soit extrapolées.

NOTE 3 Recouvert d'un revêtement enrobant conforme, voir 6.4.3.

NOTE 4 Entièrement enrobé de composant d'une épaisseur minimale de 0,4 mm, ou d'une séparation par matériau isolant solide, par exemple de l'épaisseur d'une carte à circuit imprimé.

NOTE 5 A 10 V et à une tension inférieure, la valeur de l'IRC n'est pas pertinente et les matériaux qui ne satisfont pas aux exigences du groupe de matériaux IIIb peuvent être acceptables.

NOTE 6 Les valeurs données des lignes de fuites et distances d'isolement dans l'air sont fondées sur une tolérance maximale de ±10 % sur la tension assignée.

Tableau 3 – Résistance de cheminement des matériaux isolants

Groupe de matériaux	Indice de résistance au cheminement
I	$600 \leq IRC$
II	$400 \leq IRC < 600$
IIIa	$175 \leq IRC < 400$
IIIb	$100 \leq IRC < 175$

6.4.6 Boîtes d'étanchéité de câble remplies de composé

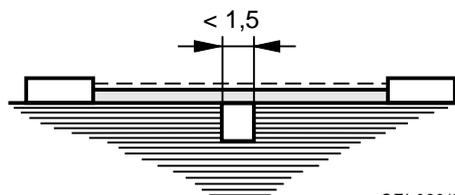
La construction de boîtes d'étanchéité de câble remplies de composé utilisées pour la borne de câbles externes qui fournissent au matériel des tensions assignées supérieures à 750 V doit permettre d'obtenir les lignes de fuite et les distances d'isolement dans l'air indiquées au Tableau 4 pour les parties actives nues avant l'introduction du composé.

NOTE Les exigences du Tableau 4 sont différentes de celles du Tableau 2 en matière de propriétés du composé et de la certitude moins prononcée que les séparations désignées sont véritablement réalisées dans une installation particulière. Les valeurs de tension sont des valeurs assignées à aligner avec les valeurs d'alimentation communément utilisées.

Tableau 4 – Séparation dans les boîtes d'étanchéité de câble remplies de composé

Tension assignée, <i>U</i> , valeur efficace ou en courant continu V	Lignes de fuite mm		Distances d'isolement dans l'air mm	
	Entre phases	Entre la phase et la terre	Entre phases	Entre la phase et la terre
$750 < U \leq 1\ 100$	19	19	12,5	12,5
$1\ 100 < U \leq 3\ 300$	37,5	25	19	12,5
$3\ 300 < U \leq 6\ 600$	63	31,5	25	19
$6\ 600 < U \leq 11\ 000$	90	45	37,5	25
$11\ 000 < U \leq 13\ 800$	110	55	45	31,5
$13\ 800 < U \leq 15\ 000$	120	60	50	35

Dimensions en millimètres

Exemple 1

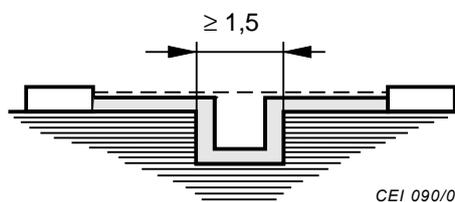
CEI 089/01

--- 1

= 2

Condition: Le chemin considéré comprend une encoche parallèle ou convergente de n'importe quelle profondeur et de largeur inférieure à 1,5 mm

Règle: Les lignes de fuite et les distances d'isolement dans l'air sont mesurées directement dans l'encoche suivant la manière indiquée

Exemple 2

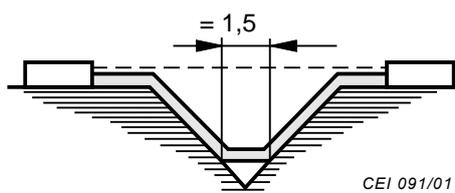
CEI 090/01

--- 1

= 2

Condition: Le chemin considéré comprend une encoche parallèle ou convergente de n'importe quelle profondeur et de largeur d supérieure ou égale à 1,5 mm

Règle: La distance d'isolement dans l'air est la distance en ligne droite. Le chemin de la ligne de fuite suit le contour de l'encoche

Exemple 3

CEI 091/01

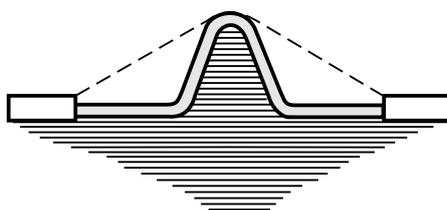
--- 1

= 2

Condition: Le chemin considéré comprend une encoche en forme de V de largeur supérieure à 1,5 mm

Règle: La distance d'isolement dans l'air est la distance en ligne droite. Le chemin de la ligne de fuite suit le contour de l'encoche mais « court-circuite » le bas de l'encoche de 1,5 mm

Exemple 4



CEI 092/01

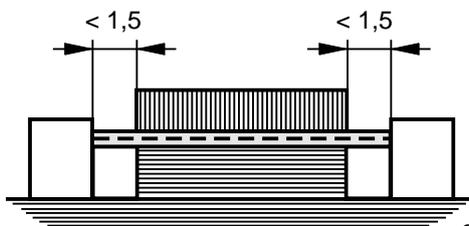
--- 1

▬ 2

Condition: Le chemin considéré comprend une nervure

Règle: La distance d'isolement dans l'air est le chemin d'air direct le plus court sur la partie supérieure de la nervure. Le chemin de la ligne de fuite suit le contour de la nervure

Exemple 5



CEI 093/01

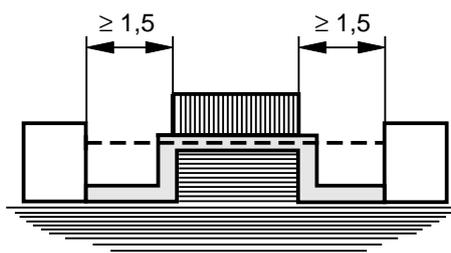
--- 1

▬ 2

Condition: Le chemin considéré comprend un joint non scellé avec encoches de largeur inférieure à 1,5 mm de chaque côté

Règle: Le chemin des lignes de fuite et des distances d'isolement dans l'air est la distance en ligne droite indiquée

Exemple 6



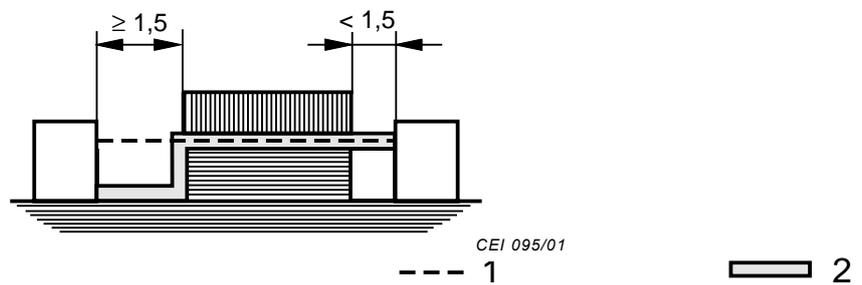
CEI 094/01

--- 1

▬ 2

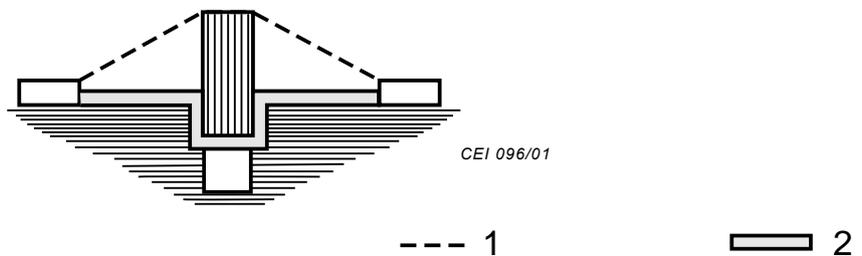
Condition: Le chemin considéré comprend un joint non scellé avec encoches de largeur supérieure ou égale à 1,5 mm de chaque côté

Règle: La distance d'isolement dans l'air est la distance en ligne droite. Le chemin de la ligne de fuite suit le contour des encoches

Exemple 7

Condition: Le chemin considéré comprend un joint non scellé avec une encoche d'un côté de largeur inférieure à 1,5 mm et une encoche de l'autre côté supérieure ou égale à 1,5 mm

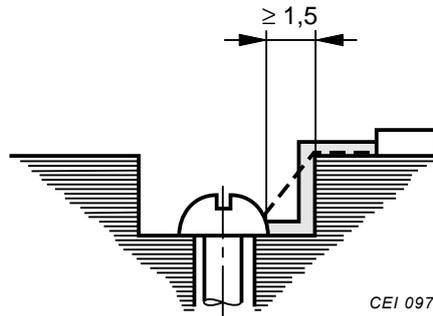
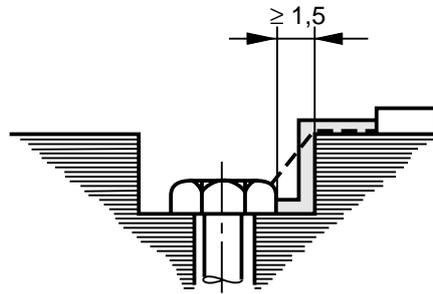
Règle: Les chemins des lignes de fuite et des distances d'isolement dans l'air sont ceux qui sont indiqués

Exemple 8

Condition: La ligne de fuite par le joint non scellé est inférieure à la ligne de fuite sur l'écran

Règle: La distance d'isolement dans l'air est le chemin d'air direct le plus court sur la partie supérieure de l'écran

Exemple 9



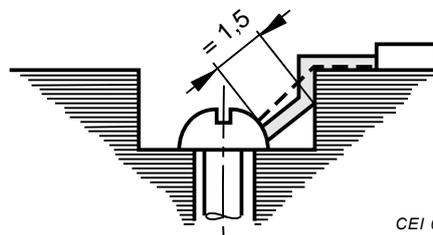
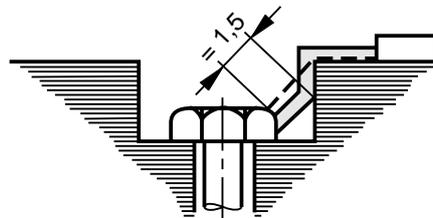
CEI 097/01

--- 1

▬ 2

Interstice entre la tête de vis et la paroi d'encastrement suffisamment large pour être pris en compte

Exemple 10



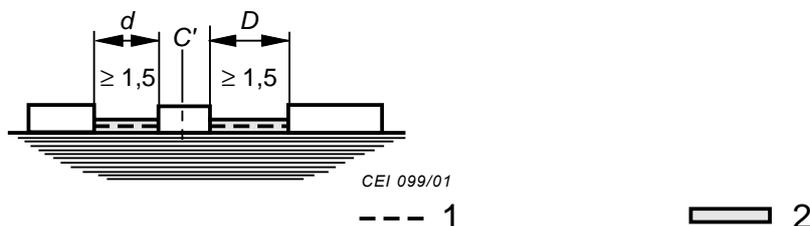
CEI 098/01

--- 1

▬ 2

Interstice entre la tête de vis et la paroi d'encastrement trop étroit pour être pris en compte.

La ligne de fuite est mesurée de la vis à la paroi lorsque la distance est égale à 1,5 mm

Exemple 11

C – pièce conductrice intercalée dans le chemin d'isolement entre les conducteurs.

La distance d'isolement dans l'air est la distance $d + D$.

La ligne de fuite est également $d + D$

Légende

- 1 distance d'isolement dans l'air
2 ligne de fuite

Figure 1 – Exemples de détermination des distances d'isolement dans l'air et des lignes de fuite

6.5 Rigidité diélectrique**6.5.1 Isolement de la terre ou du châssis**

Lorsque les circuits électriques du matériel ne sont pas directement reliés au châssis du matériel ou ne sont pas destinés à être reliés au châssis en service, la distance d'isolement ou de séparation utilisée doit résister pendant $(60, \overset{+5}{0})$ s, sans claquage, aux tensions d'essai suivantes:

- dans le cas de matériel recevant des tensions non supérieures à 90 V crête, ou en cas de présence de tensions internes non supérieures à 90 V crête, 500 V efficace $\overset{+5}{0}$ %;
- dans le cas de tout autre matériel, ou de présence de tensions internes supérieures à 90 V crête, $(2U + 1\,000)$ V efficace $\overset{+5}{0}$ % ou 1 500 V efficace $\overset{+5}{0}$ %, en prenant la plus grande des deux valeurs.

L'utilisation d'une tension d'essai en courant continu est acceptable comme alternative à la tension d'essai en courant alternatif spécifiée et elle doit avoir une valeur égale à 170 % de la tension courant alternatif spécifiée efficace pour les enroulements isolés ou une valeur égale à 140 % de la tension d'essai courant alternatif spécifiée efficace dans les cas où la distance d'isolement dans l'air ou la ligne de fuite est l'agent d'isolement.

NOTE U est la tension la plus élevée entre la tension d'alimentation assignée et la tension maximale qui se produit dans le matériel.

Dans le cas de matériel avec des parties isolées galvaniquement, les tensions d'essai doivent être appliquées séparément à chaque partie, à la tension appropriée.

6.5.2 Isolement entre parties conductrices

Dans le cas des matériels sujets à l'exception de 6.4.1 eu égard à des séparations d'isolement revêtues par revêtement enrobant conforme, enrobé ou solide et où le claquage pourrait entraîner un arc, une étincelle ou une surface chaude susceptible de provoquer une inflammation, l'isolement ou la séparation entre des parties conductrices concernées doit être soumis à un essai individuel de série de rigidité diélectrique conformément à celui qui est décrit en 6.5.1.

NOTE Ces essais peuvent endommager des composants électroniques, par exemple des semiconducteurs et il est donc possible de les effectuer sur un matériel qui utilise ces dispositifs, avant que ceux-ci soient montés, sauf lorsqu'ils constituent le chemin véritable à mesurer (par exemple, transistor métallique boulonné au châssis du matériel où toute défaillance de l'isolement peut directement engendrer une étincelle ou une surface chaude susceptible de provoquer une inflammation dans le matériel).

7 Eléments de raccordement et logements de raccordement

7.1 Généralités

Les exigences des éléments de raccordement et des logements de raccordement de la CEI 60079-0 sont complétées par ce qui suit.

Pour plus de commodité dans la présentation des exigences appropriées, les raccordements électriques sont subdivisés en raccordements pour câblage d'installation/exploitation et raccordements pour câblage d'usine et en raccordements de types permanents et raccordements pouvant être raccordés à nouveau/re-câblés.

Chaque type doit, selon le cas:

- a) être construit de telle sorte que les conducteurs ne puissent pas glisser en dehors de leur emplacement prévu lors du serrage d'une vis ou après insertion;
- b) présenter un moyen d'éviter tout desserrage du raccordement en service;
- c) garantir que le contact est assuré sans endommager les conducteurs, ce qui risquerait d'altérer leur capacité à remplir leur fonction, même lorsque des conducteurs multibrins sont utilisés dans des raccordements prévus pour le serrage direct d'un conducteur simple;
- d) présenter une force de compression positive pour assurer la pression de contact en service;
- e) être construit de telle sorte que le contact qu'il assure ne soit pas gravement altéré par les variations de température se produisant en service normal;
- f) sauf quand ils sont soumis à l'essai de continuité de terre de la CEI 60079-0, présenter une pression de contact qui ne dépend pas de l'intégrité de la structure des matériaux isolants;
- g) ne pas être spécifié pour prendre en charge plusieurs conducteurs dans un point de serrage, à moins qu'il ne soit spécifiquement conçu et évalué pour cela;
- h) s'il est conçu pour des conducteurs à brins, utiliser un moyen de protéger les conducteurs et de répartir la pression de contact uniformément. La méthode d'application de la pression de contact doit pouvoir, lors de l'installation, donner avec fiabilité au conducteur à brins une forme solide qui ne change pas par la suite, en cours de service. Dans un autre cas de figure, il convient que la méthode d'application de la pression de contact soit telle qu'elle est conçue pour prendre en charge toute mise en place des brins en service;
- i) pour les raccordements à vis, avoir une valeur de couple spécifiée par le fabricant;
- j) pour les raccordements sans vis prévus pour les conducteurs finement toronnés de classe 5 et/ou de classe 6 conformément à la CEI 60228, le câble finement toronné doit être équipé d'une virole, ou la borne doit comprendre une méthode permettant d'ouvrir le mécanisme de serrage de sorte que les conducteurs ne soient pas endommagés lors de l'installation du conducteur.

NOTE 1 L'utilisation d'un câble en aluminium peut entraîner des complications en compromettant les lignes de fuite et la distance d'isolement dans l'air critiques lorsque des matériaux antioxydants sont appliqués. Le raccordement d'un câble en aluminium aux bornes peut être effectué en utilisant des dispositifs de connexion bilames adaptés permettant un raccordement en cuivre à la borne.

NOTE 2 Il convient de considérer des précautions particulières contre les vibrations et les chocs mécaniques.

NOTE 3 Il convient de prendre des précautions particulières contre la corrosion électrolytique.

NOTE 4 Il convient de prendre des précautions particulières contre la corrosion lorsque des matériaux ferreux sont utilisés.

NOTE 5 La limite de température de l'isolement des répartiteurs et des accessoires est généralement fondée sur la limite de température de l'isolement conformément à la réduction de la résistance mécanique, mais la limite de température située à la borne quand elle est utilisée avec le matériel dépendra également de la température assignée maximale d'isolement du câble qui est à connecter.

7.2 Raccordements de câblage sur site

7.2.1 Généralités

Les bornes pour le câblage sur site doivent être généreusement dimensionnées pour permettre le raccordement efficace des conducteurs de la section équivalant au moins à celle correspondant au courant assigné du matériel électrique.

Les raccordements doivent être situés de manière à être raisonnablement accessibles lorsqu'il est nécessaire de les inspecter en service.

Le nombre et la taille des conducteurs pouvant être connectés de manière sécurisée doivent être spécifiés dans la documentation descriptive conformément à la CEI 60079-0.

7.2.2 Raccordements utilisant des bornes conformes à la CEI 60947-7-1, à la CEI 60947-7-2, à la CEI 60999-1, ou à la CEI 60999-2

Ce type de bornes est prévu pour le raccordement de conducteurs en cuivre dont l'isolement est retiré localement et sans ajout de parties intermédiaires autres que celles reproduisant la forme d'un conducteur nu, comme une virole.

Les bornes doivent pouvoir être fixées dans leurs supports.

7.2.3 Installations de raccordement de câblage sur site formant partie intégrante des composants ou du matériel « n »

Les bornes doivent satisfaire aux exigences de 7.2.2, le cas échéant.

7.2.4 Raccordements conçus pour être utilisés avec des cosses de câble et des dispositifs similaires

Les raccordements de ce type doivent être fixés dans leurs supports. Un moyen de maintenir le câble pour empêcher toute rotation ou tout mouvement doit être proposé pour éviter soit de desserrer soit de compromettre la ligne de fuite et la distance d'isolement dans l'air. Autrement, il doit être démontré qu'une rotation ou un mouvement de ce type est empêché d'une autre manière.

NOTE La rotation ou le mouvement peuvent être empêché soit par la résistance mécanique du câble lui-même, soit par un dispositif d'allègement de contrainte.

7.2.5 Raccordements utilisant des aménagements permanents

Ces raccordements sont généralement des extrémités avec des installations de sertissage ou de brasage, prévues pour être connectées lors de l'installation à l'aide de méthodes de raccordement appropriées. Soit un moyen de fixer les raccordements établis en un emplacement approprié doit être prévu, soit les raccordements établis doivent présenter un isolement fiable, selon les exigences de la présente norme. Si la méthode de raccordement est le brasage, une méthode permettant d'offrir une assistance mécanique au raccordement établi doit être prévue. La sécurité de la jointure ne doit pas reposer uniquement sur la brasure.

7.3 Raccordements usine

7.3.1 Généralités

Les raccordements usines doivent soit être placés dans un emplacement spécifique soit présenter un moyen de satisfaire aux exigences en termes de ligne de fuite et de distance d'isolement dans l'air de la présente norme.

7.3.2 Méthodes de raccordement de câblage sur site utilisées pour les raccordements usine

Toutes les méthodes de raccordement appropriées pour une utilisation en tant que raccordements de câblage sur site peuvent être utilisées pour un raccordement réalisé en usine.

7.3.3 Autres raccordements usine

En plus des méthodes de raccordement indiquées en 7.3.2, les dispositifs de raccordement par épissure satisfaisant aux exigences de la CEI 60998-2-4 peuvent également être utilisés pour les raccordements usine.

7.3.4 Raccordements permanents

Les raccordements permanents doivent également être effectués par

- a) sertissage,
- b) brasage,
- c) soudage,
- d) soudage tendre, à condition que les conducteurs ne soient pas tenus uniquement par le raccordement soudé.

7.3.5 Raccordements enfichables

Ces raccordements sont conçus pour être connectés ou déconnectés facilement lors des actions d'assemblage, de maintenance, ou de réparation.

NOTE Les composants enfichables et les connecteurs en extrémité de carte sont des exemples typiques.

Les raccordements enfichables doivent présenter l'une des caractéristiques suivantes:

- a) chaque raccordement ou groupe de raccordements doit être fixé par un dispositif de retenue mécanique faisant partie intégrante ou pas du connecteur mais qui, à l'exclusion du frottement interne, offre une force résistante à la séparation d'au moins 15 N;

NOTE Lorsque les raccordements individuels d'un groupe sont liés mécaniquement, il convient d'accorder une attention particulière à la sécurité du raccordement.

- b) pour qu'un composant de raccordement léger dont la tenue repose sur le frottement reste en place et ne soit attaché d'aucune façon à l'extérieur des points de raccordement, la force de séparation en Newtons doit être supérieure à 100 fois la masse (en kg) du composant et un dispositif de retenue mécanique n'est pas nécessaire. La force doit être appliquée progressivement en s'approchant du centre du composant;

Si le raccordement réalisé en usine peut rester alimenté alors qu'il est séparé, il doit être marqué conformément au point b) du Tableau 14. Pour les petits composants, un marquage adjacent peut être prévu.

7.3.6 Raccordements sous forme de pontage

Un raccordement sous forme de pontage doit disposer d'une force de séparation en newtons supérieure à 100 fois la masse (en kg) du composant. La force doit être appliquée progressivement en s'approchant du centre du composant.

8 Exigences supplémentaires pour machines tournantes ne produisant pas d'étincelles

8.1 Généralités

Les exigences de cet article s'appliquent aux machines tournantes dans le cadre de la CEI 60034.

Pour d'autres dispositifs tournants, par exemple des moteurs d'horloge et des servomoteurs, les exigences de la présente norme y compris celles de cet article doivent être applicables, si elles sont appropriées.

Dans le cas de machines non tournantes, par exemple des moteurs linéaires, les exigences de la présente norme y compris celles de cet article, sont applicables si elles sont appropriées.

NOTE 1 Les exigences de la présente norme supposent que la présence d'une atmosphère explosive gazeuse et qu'une séquence de démarrage de moteur ne se produisent pas simultanément, et elles peuvent ne pas être appropriées dans les cas où ces deux conditions sont réunies. Pour les machines tournantes, les conditions assignées constantes en pleine charge sont considérées comme les conditions de fonctionnement « normales ». Le démarrage (l'accélération) des machines tournantes est exclu dans le cadre du fonctionnement « normal » dans le service type S1 ou S2. En raison du risque de démarrage plus fréquent des moteurs avec les services type S3 à S10, les exigences relatives aux étincelles produites par un rotor couvrent le risque d'étincelles lors du démarrage comme s'il s'agissait d'une situation « normale ». Les définitions des services type S1 à S10 se trouvent dans la CEI 60034-1.

NOTE 2 Il convient de ne pas utiliser les moteurs à haute tension de type « n » lorsque la probabilité d'un dégagement de gaz explosif ne peut pas être entièrement dissociée de la séquence de démarrage en tant qu'événement indépendant. Les systèmes d'étanchéité par huile des compresseurs centrifuges sont connus pour produire ce type de dégagement au cours du démarrage et il convient qu'ils fassent l'objet d'une évaluation. Il est déconseillé de partager un joint ou des circuits d'huile de graissage entre un moteur et le compresseur qu'il alimente.

NOTE 3 Si une certification (tierce partie) est envisagée, cette norme n'exige pas que l'organisme de certification confirme la conformité à la CEI 60034 (série). Il convient que le fabricant déclare les bases de cette conformité dans la documentation, voir l'Article 25.

8.2 Enveloppe de machine

Les enveloppes de machine qui contiennent des parties actives nues doivent procurer un degré de protection au moins IP54, comme déterminé conformément à la CEI 60079-0, et au moins IP20 dans les autres cas.

NOTE Les barres et bagues de cages de rotor ne sont pas considérées comme étant des parties actives nues lors de la détermination du degré de protection.

8.3 Boîtes à bornes

Les boîtes à bornes fixées sur des machines fonctionnant à des tensions jusqu'à 1 kV peuvent être ouvertes à l'intérieur de la machine, uniquement lorsque le degré IP de la machine est IP44 ou supérieur. La protection IP externe de la boîte ne doit pas être inférieure à IP54, comme déterminé conformément à la CEI 60079-0.

8.4 Dispositifs coupe-feu pour conduits, boîtes d'étanchéité de câble et boîtes de répartition

Les dispositifs coupe-feu pour conduits, les boîtes d'étanchéité de câble et les boîtes de répartition, s'ils sont montés, doivent procurer un degré de protection au moins IP54, comme déterminé conformément à la CEI 60079-0.

8.5 Eléments de raccordement pour conducteurs externes

Les éléments de raccordement des machines tournantes doivent être conformes à l'Article 7.

NOTE Du fait de la taille des câbles et des entrées de câble utilisés pour les grandes machines tournantes, une plaque à entrées de câble est souvent utilisée pour permettre de retirer le câble et les entrées de câble ensemble, ceci évitant d'endommager la boîte de raccordement, d'endommager l'étanchéité du câble, d'endommager l'entrée de câble ou de soumettre le câble à des contraintes susceptibles d'endommager l'isolation du câble ou les conducteurs.

8.6 Connexions de point neutre

Dans le cas de connexions de point neutre qui ne sont pas destinées à être utilisées, comme variante, au titre d'une connexion d'alimentation à la machine, les exigences minimales pour les lignes de fuite et les distances d'isolement dans l'air doivent être déterminées conformément à la tension présumée indiquée au Tableau 5.

Tableau 5 – Tension présumée des points neutres

Tension <i>U</i> c.a. efficace ou c. c. V	Tension présumée du point neutre V
≤ 1000	<i>U</i>
1 000 < <i>U</i> ≤ 3 200	1 000
3 200 < <i>U</i> ≤ 6 300	3 200
6 300 < <i>U</i> ≤ 10 000	6 300
10 000 < <i>U</i> ≤ 13 800	10 000

NOTE Les tensions indiquées sont obtenues à partir de la CEI 60664-1. Lors de la détermination des valeurs requises de ligne de fuite et de distance d'isolement dans l'air, la valeur de la tension dans le tableau peut être augmentée d'un facteur de 1,1 afin d'identifier la plage des tensions assignées dans l'usage courant.

Dans le cas de connexions de point neutre dans l'enveloppe de la machine, la connexion neutre doit être entièrement isolée, à moins que la protection d'entrée soit IP44 ou supérieure et que la machine ne soit pas destinée à être reliée à une alimentation avec liaison à la terre.

8.7 Entrefer radial

Pour éviter tout contact entre le stator et le rotor, un entrefer radial doit être spécifié dans la documentation préparée conformément à l'Article 25 et démontré par l'un des moyens suivants:

- a) mesure de l'entrefer radial de l'échantillon d'essai;
- b) calcul de l'entrefer radial minimal;

NOTE 1 Il est reconnu qu'avec des assemblages, toutes les parties ne présentent pas simultanément les dimensions les plus défavorables. Un traitement statistique des tolérances, tel que « RMS », peut être requis pour démontrer l'entrefer radial minimal approprié.

NOTE 2 La vérification des calculs de l'entrefer par le fabricant ne constitue pas une exigence de la présente norme. La vérification de l'entrefer au moyen de mesures ne constitue pas non plus une exigence de la présente norme.

- c) construction conforme à l'équation suivante:

$$\text{Entrefer radial minimal} = \left[0,15 + \left(\frac{D - 50}{780} \right) \left(0,25 + 0,75 \frac{n}{1000} \right) \right] r \times b$$

où

D = 75 (pour les diamètres de rotor inférieurs à 75 mm); ou

D est le diamètre de rotor en millimètres (pour des valeurs comprises entre 75 mm et 750 mm);

$D = 750$ (pour les diamètres de rotor supérieurs à 750 mm);

$n = 1\ 000$ (pour des vitesses assignées maximales jusqu'à 1 000 r/min); ou

n est la vitesse assignée maximale (pour des valeurs au-dessus de 1 000 r/min);

$r = 1$ (lorsque le rapport de la longueur de fer au diamètre du rotor ne dépasse pas 1,75);

$r = \frac{\text{longueur de fer}}{1,75 \times \text{diamètre de rotor}}$ (lorsque la valeur de l'expression est supérieure à 1);

$b = 1$ (pour les machines à paliers à roulement); ou

$b = 1,5$ (pour les machines à paliers lisses).

8.8 Cages de rotor

8.8.1 Cages de rotor en barres reliées à des bagues terminales

Les jonctions entre les barres et les bagues de court-circuitage doivent être brasées ou soudées et des matériaux compatibles utilisés pour permettre la réalisation de jonctions de haute qualité.

8.8.2 Cages de rotor coulées

Les cages de rotor coulées doivent être réalisées par moulage sous pression ou moulage centrifuge ou par des techniques similaires.

8.8.3 Evaluation de formation éventuelle d'étincelles dans l'entrefer

Une évaluation des machines électriques tournantes de puissance assignée supérieure à 100 kW et d'un service type autre que S1 ou S2 doit être effectuée comme suit, afin d'assurer qu'il ne se produit pas d'étincelles dans l'entrefer.

Si le total des facteurs déterminés au Tableau 6 est supérieur à 6, l'une des mesures suivantes doit s'appliquer:

- a) la machine ou un échantillon représentatif doit être soumis à essai conformément à 22.13.1.1; ou
- b) la conception de la machine doit permettre l'emploi de mesures spéciales lors du démarrage afin d'assurer que son enveloppe ne contient pas d'atmosphère explosive gazeuse au démarrage. Dans ce cas, le marquage de la machine doit comprendre le symbole « X » conformément au point i) de 29.2 de la CEI 60079-0 et les conditions spéciales d'emploi doivent être spécifiées dans la documentation, comme requis par l'Article 25; ou
- c) il est nécessaire de limiter le courant de démarrage de la machine à 300 % du courant assigné, I_N . Lorsqu'une limitation du courant externe est nécessaire, le marquage de la machine doit comprendre le symbole « X », conformément aux exigences de marquage de la CEI 60079-0, et les conditions spéciales d'emploi doivent préciser que le moteur est approprié uniquement pour un démarrage à tension réduite qui limite le courant de démarrage à 300 % du courant assigné.

NOTE 1 L'utilisation d'un convertisseur pour limiter le courant constitue généralement une solution acceptable. Pour d'autres méthodes de démarrage en tension réduite, le moteur et le démarreur en tension réduite nécessitent d'être soigneusement coordonnés.

NOTE 2 Les mesures spéciales pouvant être appliquées comprennent la ventilation de prédémarrage afin d'éliminer une accumulation éventuelle de gaz inflammables ou l'emploi d'une détection de gaz fixe (voir la CEI 60079-29-2) à l'intérieur de l'enveloppe de la machine pour confirmer que la machine ne présente pas une concentration trop élevée de gaz inflammables. Il est possible d'utiliser d'autres méthodes avec l'accord du constructeur et de l'utilisateur.

Tableau 6 – Evaluation des risques de formation d'étincelles dans l'entrefer pour les facteurs de risque d'inflammation de rotors à cage

Caractéristiques	Valeur	Facteur
Construction de la cage de rotor	Cage de rotor fabriquée en barres non isolées	3
	Cage de rotor en aluminium coulé en emplacement libre ≥ 200 kW par pôle	2
	Cage de rotor en aluminium coulé en emplacement libre < 200 kW par pôle	1
	Cage de rotor moulée en emplacement fermé	0
	Cage de rotor en barres isolées	0
Nombre de pôles	2 pôles	2
	4 pôles à 8 pôles	1
	> 8 pôles	0
Puissance assignée	> 500 kW par pôle	2
	> 200 kW à 500 kW par pôle	1
	≤ 200 kW par pôle	0
Conduits de refroidissement radiaux dans le rotor	Oui: $L < 200$ mm (Note 1)	2
	Oui: $L \geq 200$ mm (Note 1)	1
	Non	0
Rotor ou stator en oblique	Oui: > 200 kW par pôle	2
	Oui: ≤ 200 kW par pôle	0
	Non	0
Parties en saillie du rotor	Non conforme (Note 2)	2
	Conforme (Note 2)	0
Classe de température	T1 / T2	2
	T3	1
	$\geq T4$	0

NOTE 1 L est la longueur de l'extrémité du noyau. Des essais expérimentaux ont indiqué que la formation d'étincelles se produit principalement dans des conduites à proximité de l'extrémité du noyau.

NOTE 2 Il convient que des parties en saillie du rotor soient conçues de manière à éliminer tout contact intermittent et à fonctionner dans les limites du classement de température. La conformité à cette règle donne un coefficient de 0; la non-conformité à cette règle donne un coefficient de 2.

8.9 Système d'isolement de l'enroulement du stator

Les essais de type pour le système d'isolement de l'enroulement du stator doivent être réalisés en accord avec 22.13.2 pour les constructions suivantes:

- Matériel du Groupe IIB ou IIC – tension assignée supérieure à 1 kV;
- Matériel du Groupe IIA – tension assignée supérieure à 1kV pour les stators à enroulement à fils jetés;
- Matériel du Groupe IIA – tension assignée supérieure à 6,6 kV pour les stators à enroulement préformé .

Pour tous les stators ayant une tension assignée supérieure à 1 kV, la machine doit être montée avec des dispositifs de chauffage anti-condensation.

NOTE Il est recommandé de réduire le plus possible les décharges partielles pour tous les enroulements à haute tension. Pour les enroulements présentant une tension assignée de 6,6 kV, ou supérieure, l'utilisation de matériaux supprimant les décharges partielles est recommandée.

8.10 Limitation de la température de surface

NOTE Les calculs ou les essais peuvent servir de preuve de conformité à l'Article 5 de la CEI 60079-0.

8.10.1 Prévention d'inflammation thermique

La température de toute surface externe ou interne à laquelle l'atmosphère gazeuse explosive a accès ne doit pas, en conditions de fonctionnement normales, dépasser la classe de température conformément à l'Article 5.

L'élévation de température au démarrage ne constitue pas un des facteurs qui déterminent la classe de température si le service type est S1 ou S2, conformément à la CEI 60034-1.

Pour les services type S3 à S10, des variations de démarrage et de charge doivent être prises en charge.

Si une machine électrique tournante doit fonctionner avec plus d'un service type, il est possible que plus d'une classe de température lui soit attribuée. Dans ce cas, la machine doit être marquée des services type appropriés (S1 – S10) et des classes de températures associées.

NOTE 1 Il n'est pas nécessaire de considérer les conditions de démarrage pour attribuer la classe de température aux machines qui démarrent occasionnellement, étant donné que la probabilité de présence d'une atmosphère explosive gazeuse pendant la séquence de démarrage est censée être un risque acceptable.

NOTE 2 Dans le cadre d'affectation de la classe de température, il convient de traiter la montée en vitesse d'un générateur par un convertisseur comme équivalente au démarrage d'un moteur.

8.10.2 Fonctionnement avec un convertisseur de fréquence ou une alimentation non sinusoïdale

8.10.2.1 Méthodes d'essai

Il s'agit de prouver que les limites thermiques ne sont pas dépassées et que la performance fonctionnelle est démontrée dans toute la plage de vitesses opérationnelles. Deux méthodes peuvent être utilisées: un essai de type ou le calcul.

8.10.2.2 Essai de type pour un convertisseur spécifique

Les moteurs alimentés à des fréquences et tensions variables par un convertisseur doivent être essayés avec le convertisseur spécifié ou avec un convertisseur comparable pour les spécifications de tension et de courant de sortie. L'essai doit être effectué en utilisant les dispositifs de détection ou de mesure utilisés pour la protection en fonctionnement normal. La documentation descriptive du moteur doit comprendre les conditions et paramètres nécessaires requis en vue d'une utilisation avec un convertisseur.

NOTE Des informations supplémentaires sur l'application des moteurs alimentés par convertisseur sont données dans la CEI 60034-17 et la CEI 60034-25. Les problèmes principaux comprennent les effets de température excessive, de haute fréquence et de surtension, les courants de palier et les exigences de mise à la terre haute fréquence.

8.10.2.3 Variante à l'essai de type, par calcul

En variante, lorsqu'il est difficile d'effectuer l'essai de 8.10.2.2, la classe de température peut être déterminée par calcul. Dans ce cas, le calcul doit être basé sur des résultats d'essais antérieurs représentatifs et en accord avec la CEI 60034-25.

NOTE 1 Il est recommandé que la détermination de la classe de température par calcul fasse l'objet d'un accord entre le constructeur et le client.

NOTE 2 La différence de température entre le stator et le rotor d'une machine reliée à une alimentation non sinusoïdale et produisant une puissance dans une charge de thyristor peut varier de manière significative par

rapport à la différence de température qu'il y aurait si la même machine était reliée à une alimentation sinusoïdale ou si elle produisait une puissance dans une charge linéaire. Il convient donc de faire tout particulièrement attention à la température du rotor qui peut constituer un facteur de limitation de la machine, spécialement dans le cas des enroulements de cage de rotor.

9 Exigences supplémentaires pour les coupe-circuits à fusibles et pour les assemblages à fusibles ne produisant pas d'étincelles

9.1 Coupe-circuits à fusibles

Les coupe-circuits à fusibles doivent être considérés comme des dispositifs ne produisant pas d'étincelles s'il s'agit de types non rechargeables, de cartouches sans indicateur de fusion ou de cartouches avec indicateur de fusion, conformes à la CEI 60269-3, fonctionnant selon leur régime.

NOTE 1 Une rupture d'un coupe-circuit à fusibles n'est pas considérée comme étant un fonctionnement normal.

NOTE 2 Il convient que le fabricant déclare les bases de la conformité dans la documentation fournie conformément à l'Article 25. Si une certification (tierce partie) est envisagée, cette norme n'exige pas que l'organisme de certification confirme la conformité à la CEI 60269-3.

9.2 Classe de température d'un matériel

La classe de température d'un matériel doit considérer la surface externe de la cartouche, y compris de l'indicateur de fusion, s'il y en a un, de chaque coupe-circuit à fusibles monté dans le matériel et basé sur le courant assigné du matériel.

Dans le cas de sources multiples de chaleur, on peut appliquer un coefficient de foisonnement qui doit être mentionné dans la documentation (voir Article 25).

9.3 Montage du coupe-circuits à fusibles

Les coupe-circuits à fusibles doivent être montés dans des supports enfermés ne produisant pas d'étincelles ou dans des supports à ressort ne produisant pas d'étincelles, ou ils doivent être soudés en position. Les connexions des portes-fusible doit être conforme à 7.3.5.

9.4 Enveloppes des coupe-circuits à fusibles

Les enveloppes contenant des fusibles doivent être verrouillées de manière qu'un retrait ou un remplacement d'un fusible ne puisse être effectué qu'après coupure de l'alimentation. Autrement, l'enveloppe doit comporter un avertissement comme indiqué au point a) du Tableau 14.

9.5 Identification des coupe-circuits à fusibles

Des dispositions doivent être prises pour que le type et la valeur exacts des coupe-circuits à fusibles soient indiqués à côté des porte-fusibles, à moins que les fusibles ne soient de type non interchangeable.

10 Exigences supplémentaires pour les prises de courant ne produisant pas d'étincelles

10.1 Prises de courant pour raccordements externes

Les prises de courant pour raccordements externes doivent satisfaire soit au point a) soit au point b) soit au point c) de la manière suivante:

- a) elles doivent être verrouillées mécaniquement ou électriquement ou construites de façon à ne pas pouvoir être séparées lorsque les contacts sont sous tension et de manière que

les contacts ne puissent pas être sous tension lorsque la fiche et le socle sont séparés. Les interrupteurs utilisés à cet effet doivent satisfaire à la présente norme ou à un ou plusieurs modes de protection indiqués dans la CEI 60079-0;

- b) si elles sont affectées et reliées à une seule partie du matériel, elles doivent être immobilisées mécaniquement pour empêcher toute séparation involontaire et le matériel doit porter un avertissement comme indiqué au point b) du Tableau 14.
- c) L'ensemble des caractéristiques suivantes:
- la partie qui reste sous tension est un socle de prise de courant;
 - la prise de courant interrompt le courant assigné avec une action différée pour permettre l'extinction de l'arc avant la séparation;
 - la prise de courant reste antidéflagrante selon la CEI 60079-1 pendant la durée d'extinction de l'arc;
 - les contacts qui restent sous tension après la séparation sont protégés conformément à un des modes de protection du matériel Ga, Gb ou Gc indiqués dans la CEI 60079-0.

10.2 Maintien du degré de protection (code IP)

Des dispositions doivent être prises pour la partie fixe d'une prise de courant afin de maintenir le degré de protection de l'enveloppe sur laquelle elle est montée, même lorsque la partie mobile a été retirée. Si le degré de protection a été effectivement réduit sous l'effet de l'accumulation de poussière ou d'eau, des dispositions doivent également être prises pour maintenir un degré de protection approprié pour la fiche et/ou le socle de prise de courant.

10.3 Socles de prises de courant dont les fiches ne sont pas insérées en service normal

Les socles de prises de courant à l'intérieur du matériel qui ne disposent pas de fiche en service normal et qui sont uniquement utilisés pour la maintenance et des réparations sont considérés comme ne produisant pas d'étincelles.

11 Exigences supplémentaires pour luminaires ne produisant pas d'étincelles

NOTE Il convient également que les luminaires portatifs satisfassent aussi aux exigences appropriées de cet article.

11.1 Généralités

Les lampes avec amorces internes peuvent provoquer des tensions non contrôlées pouvant endommager les amorces électroniques ou les ballasts. Des lampes de ce type ne doivent pas être spécifiées en vue d'utilisation avec des luminaires du mode de protection « n », à moins que des précautions spéciales ne soient prises pour limiter tout dommage des organes auxiliaires.

NOTE 1 Si une certification (tierce partie) est envisagée, cette norme n'exige pas que l'organisme de certification confirme la conformité à la CEI 60598-1, à la CEI 60598-2, à la CEI 61184, à la CEI 60238, à la CEI 60400, à la CEI 61347-1, à la CEI 61347-2-1, à la CEI 61347-2-2, à la CEI 61347-2-3, à la CEI 61347-2-4, à la CEI 61347-2-7, à la CEI 61347-2-8, à la CEI 61347-2-9, à la CEI 61048, à la CEI 60155, à la CEI 60297 et à la CEI 60998-2-4. Il convient que le fabricant déclare les bases de cette conformité dans la documentation, voir l'Article 25.

NOTE 2 Afin de réduire la durée des essais et pour permettre des essais pouvant être destructifs, il est possible d'effectuer les essais sur des luminaires supplémentaires ou sur des parties de luminaires, sous réserve qu'ils soient constitués du même matériau que l'échantillon d'origine et que les résultats des essais puissent être considérés comme étant les mêmes que s'ils étaient exécutés sur un seul échantillon.

11.2 Construction

11.2.1 Généralités

Pour les tubes fluorescents, la distance entre la lampe et un couvercle de protection ne doit pas être inférieure à 5 mm à moins que le couvercle de protection ne soit un tube cylindrique concentrique, auquel cas la distance minimale est de 2 mm. Pour les autres lampes, la distance entre la lampe et le couvercle de protection ne doit pas être inférieure à la valeur indiquée au Tableau 7, conformément à la puissance de la lampe.

Tableau 7 – Distance minimale entre la lampe et le couvercle de protection

Puissance de la lampe, P W	Distance minimale mm
$P \leq 60$	3
$60 < P \leq 100$	5
$100 < P \leq 500$	10
$500 < P$	20

11.2.2 Enveloppe de la lampe

La totalité de la ou des lampes doit être enfermée dans le couvercle translucide en tant que partie du luminaire.

11.2.3 Supports de lampe

11.2.3.1 Généralités

Les douilles de lampe, en plus de leur conformité aux exigences de sécurité et d'interchangeabilité de la norme appropriée, doivent être de type ne produisant pas d'étincelles conformément à 11.2.3.2, 11.2.3.3 et 11.2.3.4.

NOTE L'utilisation normale n'inclut pas le retrait ni la mise en place des lampes pendant que leur circuit est sous tension.

11.2.3.2 Douilles à baïonnette ne produisant pas d'étincelles

Les douilles à baïonnette ne produisant pas d'étincelles doivent satisfaire aux exigences de la CEI 61184. Elles doivent comprendre des contacts à ressort conçus de manière que les ressorts ne constituent pas le moyen principal de passage du courant.

Les fils de raccordement et leur isolement ne doivent pas être endommagés lors de la mise en place ou du retrait de la lampe. La construction de la douille doit empêcher la formation d'étincelles en conditions de vibration. Les éléments de ressort utilisés doivent garantir une force de contact d'au moins 10 N entre le culot de la lampe et la douille.

11.2.3.3 Douilles de lampe à vis « nA » ne produisant pas d'étincelles

Les douilles à vis ne produisant pas d'étincelles doivent satisfaire aux exigences de sécurité et d'interchangeabilité de la CEI 60238 lorsqu'elles sont montées dans le luminaire. Elles doivent également être conçues de manière à empêcher que la lampe se desserre dans la douille. Pour les culots de lampe autres que E10, la conformité doit être vérifiée par l'essai spécifié en 22.7. La douille doit être d'un type conçu pour éviter les étincelles dans des conditions de vibration. Les éléments du ressort utilisés doivent garantir une force de contact d'au moins 10 N entre le culot de la lampe et la douille.

NOTE Il convient que la partie filetée de la douille soit construite dans un matériau résistant à la corrosion dans les conditions probables de service.

11.2.3.4 Douilles à double broche ne produisant pas d'étincelles

Les douilles à double broche ne produisant pas d'étincelles doivent satisfaire aux exigences de sécurité et d'interchangeabilité de la CEI 60400 lorsqu'elles sont montées dans le luminaire. Elles doivent également être conçues pour assurer et maintenir le contact avec les corps des broches de lampe. Les pressions de contact doivent être appropriées et les broches de la lampe doivent être supportées afin d'empêcher toute déformation lorsqu'elles sont soumises à une pression latérale de la part des contacts. Les dimensions mécaniques et les conditions de montage dans le luminaire doivent tenir compte des valeurs mécaniques et des tolérances spécifiées pour la lampe dans la CEI 60061-1, la CEI 61195 et la CEI 60400. La construction de la douille doit empêcher la formation d'étincelles en conditions de vibration.

NOTE Cela est démontré si le luminaire entier satisfait à l'essai de vibration pour les luminaires pour conditions sévères d'emploi de la CEI 60598-1 en utilisant le montage d'essai donné dans la CEI 60079-7.

11.2.4 Organes auxiliaires

11.2.4.1 Généralités

Lorsque des organes auxiliaires sont montés dans les luminaires, ils doivent satisfaire aux exigences de sécurité électrique et mécanique de la CEI 61347-1, de la CEI 61347-2-1, de la CEI 61347-2-2, de la CEI 61347-2-3, de la CEI 61347-2-4, de la CEI 61347-2-7, de la CEI 61347-2-8, de la CEI 61347-2-9, de la CEI 61048, de la CEI 60155 si applicable, ou d'autres normes appropriées.

Les organes auxiliaires ne relevant pas du domaine d'application des normes citées ci-dessus doivent être construits conformément à la présente norme ou à une autre norme de protection Ex. Si nécessaire, ils doivent être également soumis aux essais de la présente norme.

Les organes auxiliaires relevant du domaine d'application des normes citées ci-dessus ne sont pas soumis aux exigences de la CEI 60079-0 relatives aux matériaux non métalliques dont dépend le type de protection. Lorsque la fabrication des organes auxiliaires n'est pas contrôlée par le fabricant du luminaire, la documentation doit apporter une définition de la construction de l'organe auxiliaire suffisante pour garantir que les exigences de la présente norme sont satisfaites.

11.2.4.2 Starters de type incandescent

Les starters de type incandescent doivent être d'un type où les contacts sont enfermés dans une enveloppe hermétiquement scellée (par exemple une capsule en verre à l'intérieur d'un boîtier métallique ou en plastique; il n'est pas nécessaire que le boîtier soit hermétiquement scellé).

11.2.4.3 Starters et amorces électroniques

Les starters et amorces électroniques doivent avoir une tension d'impulsion de démarrage ne dépassant pas 5 kV et doivent satisfaire respectivement aux exigences de sécurité et de performance de la CEI 61347-2-1 et de la CEI 60927. Ils doivent être des dispositifs ne produisant pas d'étincelles et doivent satisfaire aux exigences de 22.9. Si le boîtier est en métal, il doit être relié à la borne de terre du luminaire. Les starters et amorces électroniques clos enrobés ou moulés dans un boîtier doivent en outre satisfaire aux exigences appropriées spécifiées en 22.9 et aux exigences appropriées de 22.5.

Les amorces doivent être soumis à l'essai d'endurance de 22.9.4.1.

NOTE 1 Les exigences de 22.5 et 22.9 s'ajoutent à celles des normes des organes auxiliaires. Il convient d'évaluer les starters ou amorces électroniques qui ne sont ni encapsulés ni clos conformément aux articles pertinents de la présente norme.

NOTE 2 Que le starter soit ou non muni d'un coupe-circuit, il y aura un effet sur la classification de température (voir 22.9).

NOTE 3 Il n'est pas nécessaire que les organes auxiliaires des luminaires soient conformes à la CEI 60079-18.

11.2.4.4 Socles de starter

Les socles de starter doivent être d'un type ne produisant pas d'étincelles et ils doivent satisfaire aux exigences de sécurité et d'interchangeabilité de la CEI 60400 lorsqu'ils sont montés dans le luminaire.

Le starter ainsi que son socle doivent tous les deux être montés dans l'enveloppe de manière que l'ensemble soit supporté de façon appropriée afin d'empêcher tout déplacement pouvant provoquer une formation d'étincelles en conditions de vibration.

En particulier, les contacts doivent être élastiques et fournir une pression de contact appropriée.

La conformité doit être vérifiée par l'essai spécifié en 22.8.

11.2.4.5 Ballasts

La température limite des ballasts, des douilles et des lampes ne doit pas être dépassée, même dans le cas de lampes vieillissantes. Le luminaire doit être soumis aux essais thermiques de la CEI 60079-0. La température stabilisée du ballast, de la douille, et de la lampe elle-même doit être inférieure à la température limite, ou alors un dispositif de coupure doit être utilisé afin d'interrompre l'alimentation avant que la température limite ne soit dépassée. La réinitialisation du dispositif de coupure doit seulement être possible manuellement (par exemple par l'interruption de l'alimentation pour réinitialisation).

Les ballasts utilisés avec des amorces qui ont une tension de fonctionnement du ballast au-dessus de 1,5 kV doivent présenter une construction:

- conforme à la CEI 61347-2-8 et à la CEI 61347-2-9;
- n'appartenant pas au type pouvant uniquement être utilisé avec des amorces à coupure temporisée.

Les ballasts uniquement soumis à l'essai de type d'impulsion de tension de 30 jours doivent uniquement être utilisés avec des amorces à coupure temporisée.

En cas d'utilisation d'amorces sans coupure temporisée, l'essai d'impulsion de tension conformément à la CEI 61347-2-8 et à la CEI 61347-2-9 doit durer 60 jours.

Les ballasts électroniques conformes à la CEI 61347-2-3, à la CEI 61347-2-4 et à la CEI 61347-2-7 ne doivent pas générer de températures supérieures à celles de la classe de température, lorsqu'ils sont soumis aux conditions anormales indiquées dans ces normes.

Si le ballast n'est pas protégé par un dispositif contre les surintensités internes sur les cartes à circuit imprimé de ballasts électroniques, les exigences des lignes de fuite et de distances d'isolement dans l'air du Tableau 3 de la CEI 61347-1 sont applicables, sans les exceptions permises dans cette norme. Si ce type de dispositif contre les surintensités est utilisé, les lignes de fuite et les distances d'isolement dans l'air sur la partie alimentation du dispositif contre les surintensités doivent être conformes au Tableau 2. Le dispositif contre les surintensités, le cas échéant, doit avoir une tension assignée supérieure ou égale à celle du circuit et doit présenter une capacité de rupture supérieure ou égale au courant de défaut du circuit.

NOTE Il convient que le classement du fusible choisi reflète le courant du ballast en service normal, les impulsions d'appel comme les contraintes CEM (par exemple une surtension).

11.2.5 Lignes de fuite et distances d'isolement dans l'air

A l'exception des bornes d'alimentation pour lesquelles la ligne de fuite et la distance d'isolement dans l'air indiquées dans le Tableau 2 sont applicables, les exigences de ligne de fuite et de distance d'isolement dans l'air des articles pertinents de la CEI 60598 doivent s'appliquer.

De plus, lorsque les circuits comprennent des amorces pouvant soumettre les lampes, douilles et autres composants à des impulsions haute tension supérieures à 1,5 kV crête, les lignes de fuite et distances d'isolement dans l'air minimales doivent être conformes au Tableau 8.

Tableau 8 – Lignes de fuites et distances d'isolement dans l'air aux valeurs de crête de tensions d'impulsion supérieures à 1,5 kV

Pièce	Tensions d'impulsion de crête $V_{\text{crête}}$			
	kV	kV	kV	kV
	Au-dessus de 1,5 et jusqu'à 2,8	Au-dessus de 2,8 et jusqu'à 5,0	Au-dessus de 1,5 et jusqu'à 2,8	Au-dessus de 2,8 et jusqu'à 5,0
	Ligne de fuite mm		Distances d'isolement dans l'air mm	
Culot de lampe	4	6	4	6
Parties intérieures des douilles	6	9	4	6
Parties extérieures des douilles	8	12	6	9
Autres composants incorporés ^a soumis à une tension d'impulsion de l'amorceur	8	12	6	9

^a A moins que le composant en question ne soit un dispositif encapsulé ou un dispositif clos.

11.2.6 Bornes

11.2.6.1 Raccordements de boucle

Les raccordements de boucle doivent être fournis pour les luminaires ayant plus d'une entrée de câble ou de conduit lorsque les entrées sont utilisées pour boucler l'alimentation et les conducteurs de mise à la terre.

11.2.6.2 Polarité de douille de type à vis

Lors de l'utilisation de douilles de type à vis, le contact central de la douille doit être relié directement ou indirectement à la borne sous tension de la connexion d'alimentation du luminaire.

11.2.7 Câblage interne

Le câblage interne doit être choisi et réalisé conformément aux températures et tensions qui peuvent être rencontrées. Lorsque les circuits comprennent des amorces qui soumettent un câblage interne à des impulsions haute tension, ledit câblage doit être choisi de manière que l'isolement soit satisfaisant pour ces impulsions, ce qui est prouvé par la conformité à l'essai de rigidité diélectrique de 22.10.

11.3 Luminaires pour lampes à double broche fluorescentes tubulaires

11.3.1 Généralités

Les luminaires pour lampes fluorescentes tubulaires à double broche doivent en outre satisfaire aux exigences suivantes.

11.3.2 Température ambiante maximale

La température ambiante maximale pour un luminaire à lampes fluorescentes tubulaires à double broche utilisant un ballast électronique ne doit pas dépasser 60 °C.

NOTE Cette limitation a pour but de satisfaire à la classe de température T4 même dans les conditions de fin de vie de la lampe.

11.3.3 Classe de température

Etant donné que la température limite d'un luminaire à lampes fluorescentes tubulaires à double broche utilisant un ballast électronique peut dépasser les températures adaptées aux classes de température T5 et T6, ces classes de température ne doivent pas être autorisées.

NOTE S'il est possible de démontrer qu'un ballast électronique peut détecter la fin des conditions de vie et limiter ainsi la température de surface maximale, les classes de températures T5 et T6 peuvent s'avérer possibles. Les luminaires à lampes fluorescentes sont généralement de classe de température T4.

11.3.4 Essais d'endurance et essais thermiques

11.3.4.1 Généralités

Les exigences des essais d'endurance et des essais thermiques la partie pertinente de la CEI 60598-2 doivent s'appliquer aux exigences spécifiées de 11.3.4.2 à 11.3.4.4.

11.3.4.2 Essai thermique (fonctionnement normal)

Lors d'essais conformément à 12.4 de la CEI 60598-1, les températures ne doivent pas dépasser les valeurs indiquées dans les Tableaux 12.1 et 12.2 de cette norme.

11.3.4.3 Essai thermique (conditions anormales)

11.3.4.3.1 Températures à l'exception des enroulements

À l'exception des enroulements (voir 11.3.4.3.2), les températures ne doivent pas dépasser les valeurs indiquées en 12.5 de la CEI 60598-1 dans des conditions qui représentent des conditions de service anormales (s'il y a lieu, mais sans que cela ne représente un défaut du luminaire ou une utilisation incorrecte) au moyen d'une tension d'essai de:

- a) 1,10 fois la tension qui doit donner une puissance assignée pour les luminaires à lampe à incandescence;
- b) 1,10 fois la tension assignée pour les luminaires à lampes fluorescentes tubulaires et autres lampes à décharge;
- c) entre 0,90 et 1,10 fois la tension assignée qui produit les conditions les plus difficiles pour les luminaires contenant des ballasts électroniques et dispositifs similaires.

11.3.4.3.2 Températures des enroulements

Dans le cas des enroulements, les valeurs du Tableau 12.3 de la CEI 60598-1 pour la température maximale d'un enroulement doivent être réduites de 20 °C.

La température des enroulements des ballasts contenant des dispositifs de protection thermique peut dépasser ces températures d'un maximum de 15 K pendant 15 min avant l'intervention du dispositif de protection.

11.3.4.3.3 Essais des luminaires contenant des ballasts électroniques

Les exigences du paragraphe pertinent de la CEI 61347-2-3 doivent s'appliquer conjointement aux modifications suivantes:

- l'essai d'impulsion asymétrique et l'essai de dissipation de puissance asymétrique doivent être réalisés;
- pour les lampes à T8, T10, et T12, la puissance cathodique maximale observée au cours des essais ne doit pas dépasser 10 W; pour les lampes à T4, la puissance ne doit pas dépasser 3 W et pour les lampes à T5, elle ne doit pas dépasser 5 W.

NOTE 1 La température utilisée pour l'essai est la température ambiante normale dans le laboratoire (23 ± 2) °C.

NOTE 2 La limite de dissipation de puissance dans les cathodes des lampes apportée par les limites des ballasts électroniques proviennent de données expérimentales sur des luminaires fonctionnant dans une ambiance de 60 °C et avec une classe de température T4.

NOTE 3 Il est admis que les ballasts électroniques peuvent surcharger les lampes et créer des surfaces très chaudes à proximité des cathodes d'une manière impossible avec les ballasts réactifs simples.

11.3.4.4 Températures de surface

11.3.4.4.1 Luminaires

Dans les conditions normales et les cas fréquents et réguliers spécifiés, la température de surface de toute partie interne du luminaire ou de toute surface externe du luminaire ne doit pas dépasser soit la classe de température, soit la température de surface maximale spécifiée.

La température de surface maximale prescrite par la CEI 60079-0 peut être dépassée au niveau de la lampe quand la température de surface la plus élevée de la lampe à l'intérieur du luminaire se situe au moins 50 K en dessous de la température d'inflammation la plus faible à l'intérieur du luminaire de l'atmosphère explosive pour laquelle le luminaire est prévu, comme déterminé par des essais réalisés dans une atmosphère explosive gazeuse sous les conditions d'utilisation les plus défavorables. Aucune inflammation de l'atmosphère environnante ne doit se produire. Cette dérogation vaut uniquement pour les atmosphères gazeuses indiquées sur le certificat, celles-ci ayant obtenu des résultats satisfaisants lors des essais.

NOTE Des mesures sur les luminaires existants ont établi que les températures auxquelles l'inflammation se produit à l'intérieur des luminaires sont considérablement plus élevées que les températures d'inflammation mesurées conformément à la CEI 60079-4.

11.3.4.4.2 Surfaces illuminées

Dans le cas de projecteurs et luminaires similaires, la distance à laquelle une surface illuminée par le luminaire dépasse la classe de température déclarée ou la température de surface maximale déclarée doit être déterminée conformément à l'essai de la CEI 60598-1. Si cette distance dépasse 0,3 m, elle doit être marquée sur le luminaire.

11.3.5 Résistance à la poussière et à l'humidité

Les exigences de la résistance à la poussière et à l'humidité de l'article pertinent de la CEI 60598-2 doivent s'appliquer.

En outre, les luminaires doivent avoir un degré de protection minimal de IP54, qui doit être marqué conformément à l'Article 24.

NOTE Les exigences de degré de protection de la CEI 60598-1 ne sont pas utilisées.

11.3.6 Résistance d'isolement et rigidité diélectrique

Les dispositions de l'article pertinent de la CEI 60598-2 doivent s'appliquer.

11.4 Autre matériel contenant des sources lumineuses

Les sources lumineuses montées dans un autre matériel doivent satisfaire aux exigences appropriées de l'Article 11.

12 Exigences supplémentaires pour le matériel comprenant des éléments et batteries ne produisant pas d'étincelles

12.1 Généralités

Les exigences de la CEI 60079-0 pour les éléments et batteries incorporées dans un matériel sont applicables selon les modifications indiquées de 12.2 à 12.6.

12.2 Classification des éléments et des batteries

12.2.1 Généralités

Les éléments et batteries sont classés par type suivant la probabilité de l'évolution des gaz électrolytiques (par exemple hydrogène et/ou oxygène). La présente norme restreint l'utilisation des éléments et batteries conformément à leur type, voir Tableau 9.

12.2.2 Éléments et batteries de type 1

Les éléments et batteries de type 1 sont ceux qui risquent le moins de dégager des gaz électrolytiques en conditions d'utilisation envisagées.

Ils comprennent tous les éléments de pile et tous les éléments d'accumulateurs clos où les paramètres d'exploitation sont compris dans les limites recommandées par le constructeur et où le système de commande fait partie du matériel ou est défini dans la documentation du matériel de manière à assurer une commande équivalente. Ces types d'éléments ou de batteries peuvent être utilisés dans le matériel de mode « n » sans précautions supplémentaires.

Les exigences techniques et précautions spéciales sont indiquées en 12.3 et 12.4 et les vérifications et les essais en 12.6.

12.2.3 Éléments et batteries de type 2

Les éléments et batteries de type 2 sont ceux qui ne risquent pas de dégager de gaz électrolytique en service normal, mais qui risquent de le faire en conditions non contrôlées.

Ces éléments étanches à soupape et éléments scellés étanches au gaz où les limites recommandées par le constructeur et le système de contrôle ne sont pas entièrement spécifiés conformément aux exigences du constructeur peuvent être utilisés dans le matériel de mode « n » ne contenant pas de parties susceptibles de produire des arcs ou des étincelles en service normal, selon les Articles 16 à 20.

Il est, toutefois, acceptable d'incorporer ces éléments ou batteries dans ce type de matériel, sous réserve qu'ils se trouvent dans un compartiment séparé avec dégagement directement à l'atmosphère à l'extérieur de l'enveloppe. Des précautions spéciales doivent être prises lors de l'utilisation de ces éléments ou batteries.

Les exigences techniques et précautions spéciales sont indiquées en 12.3 et 12.4 et les vérifications et essais en 12.6.

12.2.4 Éléments et batteries de type 3

Les éléments et batteries de type 3 sont ceux qui sont susceptibles de dégager du gaz électrolytique en service normal.

Ces types d'éléments et batteries doivent être construits de manière à éviter toute accumulation de gaz dans les compartiments en le dégageant directement vers l'atmosphère externe à l'enveloppe. Les compartiments ne doivent pas contenir d'autres parties électriques hormis celles qui sont nécessaires pour raccorder les éléments et batteries.

Les exigences techniques et les précautions spéciales sont indiquées en 12.5 et les vérifications et essais en 12.6.

Tableau 9 – Types et utilisation des éléments et batteries

Type d'élément ou de batterie	Capacité d'élément ou de batterie	Activité acceptable dans un emplacement dangereux			Remarques
		Décharge	Charge des éléments d'accumulateurs	Matériel supplémentaire dans le même compartiment	
1	≤ 25 Ah	Oui	Oui	Oui	–
2	≤ 25 Ah	Oui	Non ^a	Oui Uniquement matériel sans arcs ni étincelles	Le matériel avec étincelles ou arcs doit être situé dans un compartiment séparé
3	Pas de restriction	Oui	Non ^a	Non	–

^a Pour la charge dans des emplacements dangereux, des précautions spéciales sont requises.

12.3 Exigences générales pour les éléments et batteries de types 1 et 2

12.3.1 Généralités

Les exigences pour les éléments et batteries incorporées dans un matériel de la CEI 60079-0 sont applicables, selon les modifications indiquées de 12.3.2 à 12.3.15.

12.3.2 Capacité maximale

La capacité maximale de l'élément ou de la batterie ne doit pas dépasser 25 Ah au moment de la décharge assignée spécifiée par le constructeur.

12.3.3 Éléments d'accumulateurs

Les éléments ou batteries d'accumulateurs ne doivent pas être utilisés dans le matériel prévu pour des éléments de pile ou des piles, ou réciproquement, à moins que le matériel ne soit spécifiquement destiné aux deux cas.

12.3.4 Raccordement des éléments

Les éléments doivent être reliés en série, sauf dans le cas spécifique où deux éléments sont reliés en parallèle, sans que d'autres soient reliés en série.

12.3.5 Mode de décharge

Les éléments et batteries en mode de décharge doivent être utilisés comme spécifié par le constructeur des éléments ou des batteries.

12.3.6 Température

La température du compartiment d'éléments ne doit pas dépasser la valeur spécifiée par le constructeur.

12.3.7 Lignes de fuite et de distances d'isolement dans l'air

Les lignes de fuite et les distances d'isolement dans l'air entre les pôles d'un élément conformément aux normes industrielles habituelles des éléments et batteries sont acceptables.

12.3.8 Raccordements

Les raccordements électriques entre les éléments et batteries doivent satisfaire à l'Article 6 et ils doivent être du type recommandé par le constructeur de l'élément ou de la batterie afin de garantir l'absence de contraintes excessives dans l'élément ou dans la batterie.

12.3.9 Raccordement des éléments en série

Pas plus de trois éléments ne doivent être reliés en série, sauf si des précautions sont prises pour empêcher le chargement de l'élément en polarité inversée.

NOTE La capacité réelle d'un élément peut diminuer avec le temps. Si cela se produit, des éléments de capacité réelle supérieure peuvent entraîner l'inversion des éléments de capacité inférieure.

12.3.10 Protection contre les décharges sévères

Si une protection contre les décharges sévères est montée pour empêcher la charge des éléments en polarité inversée, la tension de coupure minimale doit correspondre à celle qui est indiquée dans les spécifications du constructeur.

NOTE En général, un maximum de six éléments peut être protégé par un seul circuit de protection contre les décharges sévères. Si trop d'éléments sont reliés en série, il peut ne pas y avoir de protection sûre par suite des tolérances des tensions d'éléments individuelles et du circuit de protection contre les décharges sévères.

12.3.11 Conditions d'essai de température

Le courant de décharge le plus élevé en service normal doit être pris en compte pour la vérification et les essais de la température assignée.

12.3.12 Blocs de batteries

Les éléments ou batteries d'accumulateurs doivent être reliés et montés solidairement sous forme de bloc de batteries.

NOTE Cela évite tout raccordement défectueux, le raccordement d'éléments d'états de charge ou d'âge différents.

12.3.13 Raccordement du bloc de batteries

Si le bloc de batteries ne fait pas partie intégrante du matériel, des précautions doivent être prises pour le protéger contre tout raccordement incorrect entre le bloc de batteries et le chargeur.

NOTE Par précautions appropriées, on entend des prises de courant polarisées ou un marquage visible indiquant que le montage a été effectué correctement.

12.3.14 Dégagement d'électrolyte et de gaz d'élément

Si en cas fréquents et réguliers spécifiés, l'électrolyte peut être éjecté des éléments, des dispositions doivent être prises afin d'empêcher une contamination des parties actives. Les éléments et batteries sans dégagement de gaz en cas fréquents et réguliers spécifiés n'ont pas besoin de protection.

12.3.15 Charge excessive

Si, pendant la décharge, une charge en sortie excessive sur l'élément ou sur la batterie peut endommager l'élément ou la batterie et affecter le mode de protection « n », la charge maximale ou un dispositif de sécurité doit être spécifié.

12.4 Chargement des éléments et batteries de type 1 et de type 2

12.4.1 Plage de températures

La conception du chargeur doit tenir compte de la plage de températures ambiantes dans laquelle le matériel est destiné à fonctionner.

12.4.2 Spécifications du chargeur

Si les éléments et batteries qui font partie intégrante du matériel électrique doivent être chargés dans l'emplacement dangereux, le chargeur doit être entièrement spécifié en tant que partie de la construction du matériel.

12.4.3 Chargement d'éléments ou de batteries séparées

Des éléments ou batteries séparés ne doivent pas être chargés dans l'emplacement dangereux.

12.4.4 Limitations du chargeur

En service normal, la tension et le courant de charge du système de charge ne doivent pas dépasser les limites spécifiées par le constructeur sur la base de la plage de températures spécifiée du matériel.

12.4.5 Charge à l'extérieur de l'emplacement dangereux

Si les éléments ou batteries qui font partie intégrante du matériel électrique ou qui peuvent être séparés du matériel sont chargés à l'extérieur de l'emplacement dangereux, la charge doit s'effectuer dans les limites spécifiées par le constructeur du matériel.

12.4.6 Dégagement gazeux pendant la charge des éléments ou batteries de type 2

Le système de charge ne provoque pas normalement de dégagement gazeux. Si, toutefois, un dégagement gazeux se produit, le compartiment de batterie doit être construit de manière que le niveau de H₂ qui s'y trouve ne dépasse pas 2 % V/V au bout de 48 h.

L'essai de vérification à cet effet doit consister à réduire une concentration H₂ supérieure à 90 % V/V à 2 % V/V en moins de 48 h par dissipation naturelle en air calme à température constante.

12.5 Exigences pour batteries d'accumulateurs de type 3

12.5.1 Types de batteries acceptables

Ces batteries d'accumulateurs de type 3 doivent être au plomb, nickel-fer, hydrure de nickel ou nickel-cadmium. La capacité des batteries d'accumulateurs de type 3 n'est pas limitée. Dans le cas de batteries monoblocs remplies de liquide, généralement utilisées pour le démarrage de moteurs à combustion interne ou pour de petites applications de réserve, les articles appropriés et les principes de construction doivent être appliqués, mais les dispositions de raccordement peuvent être appropriées à la méthode de construction d'une unité.

Les essais et vérifications sont décrits en 12.6.

NOTE Une conformité à ces exigences n'assure pas de sécurité pendant la charge. Il convient donc que cette dernière se fasse à l'extérieur de l'emplacement dangereux à moins que des mesures de sécurité ne soient appliquées.

12.5.2 Compartiments de batterie

12.5.2.1 Surfaces internes

Les surfaces internes ne doivent pas être affectées de manière défavorable par l'action de l'électrolyte.

12.5.2.2 Exigences mécaniques

Les compartiments de batterie, y compris les couvercles, doivent être construits de manière à résister aux contraintes mécaniques utilisées, y compris à celles qui proviennent du transport et de la manipulation. Ils doivent être protégés contre les courts-circuits en service.

12.5.2.3 Lignes de fuite

Les lignes de fuite entre les pôles d'éléments adjacents et entre ces pôles et le compartiment de batterie s'il est métallique et/ou conducteur doivent être d'au moins 35 mm. Pour une enveloppe non métallique, les lignes de fuite doivent être conformes au Tableau 2. Lorsque les tensions nominales entre des éléments adjacents de la batterie dépassent 24 V, ces lignes de fuite doivent être accrues d'au moins 1 mm par palier de 2 V au-dessus de 24 V.

12.5.2.4 Couvercles

Les couvercles des compartiments de batterie doivent être fixés de manière à éviter tout déplacement ou ouverture par inadvertance lorsqu'ils sont en service.

12.5.2.5 Ensemble d'éléments

L'ensemble des éléments doit être construit de manière à empêcher tout déplacement significatif en service.

12.5.2.6 Extraction de liquide

Il doit être possible d'extraire du liquide qui a pénétré dans les compartiments de batterie sans orifices de vidange, sans qu'il soit nécessaire de retirer les éléments.

12.5.2.7 Ventilation

Le compartiment de batterie doit disposer d'une ventilation appropriée. Le degré de protection IP23 conformément à la CEI 60529 est suffisant pour un compartiment de batterie.

12.5.2.8 Prises de courant

Les prises de courant doivent satisfaire aux exigences de l'Article 10. Cela ne s'applique pas aux prises de courant qui peuvent uniquement être séparées par l'utilisation d'un outil et qui portent l'avertissement indiqué au point c) du Tableau 14. S'il y a des prises de courant unipolaires positives et négatives, celles-ci ne doivent pas être interchangeables.

12.5.2.9 Marquage des polarités

La polarité des connexions de batteries et de prises de courant doit être marquée de manière durable et non ambiguë.

12.5.2.10 Autres matériels

Tout autre matériel électrique monté sur ou incorporé dans le compartiment de batterie doit satisfaire aux exigences pertinentes de la présente norme.

12.5.2.11 Résistance d'isolement

Les nouvelles batteries entièrement chargées et prêtes à être utilisées doivent avoir une résistance d'isolement d'au moins 1 M Ω entre les parties actives et le compartiment de batterie.

12.5.3 Eléments

12.5.3.1 Couvertcles

Le couvercle d'élément doit être scellé au compartiment d'élément de manière à empêcher le détachement du couvercle d'élément et des fuites d'électrolyte. Des matériaux facilement inflammables ne doivent pas être utilisés.

12.5.3.2 Support

Les plaques positives et négatives doivent être supportées de manière afin que tout mouvement soit empêché.

12.5.3.3 Maintien d'électrolyte

Chaque élément nécessitant le maintien du niveau de l'électrolyte doit disposer d'un moyen indiquant que le niveau d'électrolyte se trouve entre les niveaux acceptables minimal et maximal. Des précautions doivent être prises afin d'éviter toute corrosion excessive des fixations de plaque et des barres omnibus lorsque l'électrolyte se trouve au niveau minimal.

12.5.3.4 Espace d'expansion

Chaque élément doit disposer de suffisamment d'espace pour empêcher tout débordement d'élément suite à l'expansion de l'électrolyte et également pour le dépôt boueux lorsque cela risque de se produire. Ces espaces doivent être fonction de la durée de vie prévue de la batterie.

12.5.3.5 Bouchons de remplissage et d'évacuation des gaz

Des bouchons de remplissage et d'évacuation des gaz doivent être prévus afin d'empêcher toute éjection de l'électrolyte en conditions de service normales. Ils doivent être situés de manière qu'il soit facile d'y accéder pour la maintenance.

12.5.3.6 Dispositifs d'étanchéité d'électrolyte

Un dispositif d'étanchéité doit être prévu entre chaque pôle et le couvercle de l'élément afin d'empêcher toute fuite de l'électrolyte.

12.5.4 Raccordements

12.5.4.1 Raccordements entre les éléments

Les connecteurs entre éléments qui peuvent se déplacer les uns par rapport aux autres ne doivent pas être rigides. Lors de l'utilisation de raccordements non rigides, chaque extrémité du raccordement doit être

- a) soudée ou brasée à la borne de batterie, ou
- b) sertie dans un manchon en cuivre dans la borne de batterie, ou

- c) sertie dans une borne en cuivre fixée par vissage dans un insert en cuivre implanté dans la borne de l'élément de batterie.

Dans les cas b) et c), le conducteur doit être en cuivre. Dans le cas c), la zone de contact efficace entre la terminaison et la borne de batterie de l'élément doit être au moins égale à la section du conducteur. Lors du calcul de la zone de contact efficace, la zone des filets mâles et femelles en contact ne doit pas être prise en compte.

NOTE Bien que le terme « cuivre » soit utilisé au point c) ci-dessus, du cuivre allié contenant une légère quantité d'un autre métal (par exemple chrome ou béryllium) est acceptable, s'il s'avère nécessaire d'améliorer les propriétés mécaniques du raccordement (par exemple pour ne pas endommager les filets de vis de la pièce rapportée en cuivre). Lors de l'utilisation de ce type d'alliage, il peut s'avérer nécessaire d'augmenter la zone de contact des raccordements entre les éléments afin de compenser toute réduction de conductivité électrique provenant de l'autre métal.

12.5.4.2 Evaluation de la température

Les connecteurs et bornes doivent être en mesure de transporter le courant requis pour l'application en question sans dépasser la classe de température. Lorsque l'application ne peut pas être spécifiée, la batterie doit être évaluée au taux de décharge de 1 h spécifié par le constructeur de la batterie.

12.5.4.3 Protection des connecteurs

Tous les connecteurs susceptibles d'être attaqués par l'électrolyte doivent être protégés contre la corrosion.

12.6 Vérification et essais

NOTE Ces essais de type s'appliquent aux batteries pour lesquelles les exigences supplémentaires de 12.5 s'appliquent.

12.6.1 Résistance d'isolement

Les conditions d'essai sont indiquées en 22.12.

12.6.2 Essai de choc mécanique

Les batteries soumises aux chocs mécaniques en service normal, par exemple les grandes batteries au plomb utilisées dans les chariots élévateurs, doivent être soumises à l'essai spécifié en 22.11. Il n'est pas nécessaire que les autres batteries soient soumises à cet essai, mais cela doit être noté dans la documentation descriptive. L'essai doit être effectué uniquement sur des échantillons d'éléments et de leurs raccordements. Lorsque des éléments de construction similaire sont prévus en différentes capacités, il n'est pas nécessaire de soumettre à l'essai chaque capacité, mais il suffit d'en soumettre un nombre suffisant pour pouvoir évaluer le comportement de la gamme complète.

13 Exigences supplémentaires pour matériel basse puissance ne produisant pas d'étincelles

Le matériel électronique et apparenté de faible puissance, les ensembles et les sous-ensembles utilisés dont la tension assignée ne dépasse pas 275 V en courant alternatif ou 390 V en courant continu, par exemple en vue de mesure, de commande ou de communication dans une zone de degré de pollution non supérieur à 2, comme défini dans la CEI 60664-1, et ne satisfaisant pas aux spécifications de 6.4 et 6.5.2 doivent satisfaire aux conditions suivantes.

- a) L'enveloppe du matériel doit procurer un degré de protection d'au moins IP54 conformément à la CEI 60529 à moins que l'emplacement du matériel fournisse un degré de protection équivalent.

NOTE L'ordre des essais incluant IP54 est indiqué dans l'Article 21.

- b) Si la tension assignée du matériel ou la tension de service d'une pièce quelconque du matériel considéré ne dépasse pas 60 V en courant alternatif ou 85 V courant continu, aucune exigence relative aux lignes de fuite et aux distances d'isolement dans l'air minimales n'est spécifiée. Le matériel de tension assignée supérieure à 60 V en courant alternatif ou 85 V en courant continu jusqu'à 275 V en courant alternatif ou 390 V en courant continu doit satisfaire aux exigences des lignes de fuite et des distances d'isolement dans l'air du Tableau 10.
- c) Des mesures doivent être prises soit dans le matériel soit à l'extérieur du matériel afin que le dispositif de protection contre les transitoires soit réglé à un niveau n'excédant pas 140 % de la tension assignée de crête de 85 V ou la tension assignée de crête aux bornes de l'alimentation du matériel donnée dans le Tableau 10. Le dispositif de protection contre les transitoires doit limiter ceux-ci à 140 % de la tension de crête pour les paliers indiqués dans le Tableau 10 correspondant au matériel, déterminés par la tension d'entrée maximale du matériel en service normal. Lorsque l'emplacement du matériel fournit un degré de protection équivalent, ou lorsqu'un dispositif de protection externe contre les transitoires doit être prévu, le symbole « X » doit être apposé sur le matériel (voir les exigences de marquage de la CEI 60079-0) et des informations doivent être données dans la documentation (voir Article 25).

NOTE 1 On considère qu'une faible puissance est inférieure ou égale à 20 W.

NOTE 2 Les circuits des matériels de faible puissance ne produisant pas d'étincelles peuvent être inclus dans les ensembles et sous-ensembles conformes à 6.4 à condition que la séparation entre le matériel de faible puissance ne produisant pas d'étincelles et tous les autres circuits satisfasse aux exigences spécifiées en 6.4.

Tableau 10 – Lignes de fuite, distances d'isolement dans l'air et séparations minimales pour le matériel de basse puissance

Tension de crête (Note 1) V	Ligne de fuite minimale (Note 2) mm			Distances d'isolement dans l'air et distances de séparation minimales mm		
	Groupe de matériaux			Dans l'air	Revêtu (Note 3)	Isolement enrobé ou solide (Note 4)
	I	II	III			
90	0,63	0,9	1,25	0,4	0,3	0,15
115	0,67	0,95	1,3	0,4	0,4	0,3
145	0,71	1	1,4	0,4	0,4	0,3
180	0,75	1,05	1,5	0,5	0,4	0,3
230	0,8	1,1	1,6	0,75	0,55	0,3
285	1	1,4	2	1	0,85	0,3
355	1,25	1,8	2,5	1,25	0,85	0,3

NOTE 1 La tension de service réelle peut être supérieure, jusqu'à 10 % de la valeur indiquée dans le tableau

NOTE 2 Les valeurs relatives aux lignes de fuite sont extraites de la CEI 60664-1 sur la base d'un degré de pollution de 2.

NOTE 3 Recouvert d'un revêtement enrobant conforme, voir 6.4.3.

NOTE 4 Entièrement enrobé de composant à une profondeur minimale de 0,4 mm, ou séparation par matériau isolant solide, par exemple épaisseur de carte à circuit imprimé.

NOTE 5 Dans le cas de cartes à circuit imprimé montées dans des conditions sèches et propres, comme défini dans la CEI 60664-1, les lignes de fuite minimales peuvent être réduites aux valeurs des distances d'isolement dans l'air et de séparation.

14 Exigences supplémentaires pour transformateurs de courant ne produisant pas d'étincelles

Lorsque le circuit secondaire d'un transformateur de courant sort du matériel, les documents descriptifs doivent attirer l'attention sur la nécessité d'assurer une protection contre le risque de circuit ouvert du circuit secondaire en service.

NOTE Si des transformateurs de courant sont montés dans des conditions de circuit secondaire ouvert, ils sont susceptibles de produire des tensions nettement supérieures à la tension assignée des bornes utilisées dans le circuit du transformateur de courant. En fonction des conditions d'une installation particulière, il peut s'avérer utile de prendre des précautions pour empêcher que des tensions dangereuses ne se produisent en circuit ouvert. Dans le cas de matériel dans lequel des transformateurs de courant sont reliés à des transformateurs d'adaptation dans l'appareillage de commutation (par exemple système de protection différentielle), il convient de tenir compte de l'effet sur le matériel d'une déconnexion éventuelle d'un des deux groupes de transformateurs.

15 Autres matériels électriques ne produisant pas d'étincelles

Le matériel électrique qui n'est pas spécifiquement mentionné dans les Articles 8 à 14 doit satisfaire aux exigences des Articles 4 à 9, conjointement à toutes les exigences pertinentes des Articles 8 à 14.

16 Exigences supplémentaires générales relatives au matériel produisant des arcs, des étincelles ou des surfaces chaudes

Les parties qui, en service normal, produisent des arcs, des étincelles ou des surfaces chaudes qui, sans protection, seraient susceptibles d'enflammer une atmosphère environnante, doivent être protégées contre toute inflammation potentielle par une ou plusieurs des méthodes suivantes:

- a) dispositif à coupure enfermée (voir Article 17);

- b) composant non propagateur de flamme (voir Article 17);
- c) dispositif hermétiquement scellé (voir Article 18);
- d) dispositif clos (voir Article 19);
- e) enveloppe à respiration limitée (voir Article 20).

En variante, des parties du matériel peuvent être protégées par un autre mode de protection convenable indiqué dans la CEI 60079-0, où le marquage approprié doit comprendre le symbole de ce mode de protection.

17 Exigences supplémentaires relatives aux dispositifs à coupure enfermée et composants non propagateurs de flamme produisant des arcs, des étincelles ou des surfaces chaudes

17.1 Essais de type

Les dispositifs à coupure enfermée et les composants non propagateurs de flamme doivent être soumis à l'essai de type spécifié en 22.4. A l'issue de l'essai, le dispositif ou le composant ne doit présenter aucun signe visible de détérioration, il ne doit pas se produire d'inflammation externe et l'arc doit absolument s'éteindre lors de l'ouverture des contacts de l'interrupteur.

17.2 Caractéristiques assignées

17.2.1 Dispositifs à coupure enfermée

Les dispositifs à coupure enfermée doivent être limités à des caractéristiques maximales de 690 V efficaces en courant alternatif, ou courant continu, et de 16 A efficaces en courant alternatif, ou courant continu.

NOTE Un dispositif à coupure enfermée empêche la transmission de la flamme à l'atmosphère externe dans les conditions d'essai de 22.4 par la qualité de l'ajustement de ses parties qui, par suite de la construction, constituent un ensemble empêchant l'inflammation externe du mélange explosif.

17.2.2 Composants non propagateurs de la flamme

Les composants non propagateurs de la flamme doivent être limités à des caractéristiques assignées maximales de 254 V efficaces en courant alternatif ou courant continu et de 16 A efficaces en courant alternatif ou courant continu.

NOTE La disposition des contacts d'un composant non propagateur de flamme éteint une flamme naissante, évitant ainsi que l'inflammation d'une atmosphère explosive externe ne se produise. L'utilisation de composants non propagateurs de flamme est limitée aux circuits dont les caractéristiques électriques sont similaires à celles du circuit dont les composants faisaient partie lors des essais, ou à des circuits moins dangereux, en termes de tension, courant, inductance ou capacité, par exemple.

17.3 Construction des dispositifs à coupure enfermée

17.3.1 Volume interne libre

Le volume interne libre ne doit pas dépasser 20 cm³.

17.3.2 Exigences relatives à la température de fonctionnement en continu (COT)

Les dispositifs d'étanchéité coulés et les composés d'encapsulage doivent avoir une température de fonctionnement en continu (COT) supérieure d'au moins 10 K à la température de service maximale.

17.3.3 Protection des dispositifs d'étanchéité

Les enveloppes doivent être en mesure de résister à des opérations de manipulation et d'assemblage normales sans que les dispositifs d'étanchéité soient endommagés.

18 Exigences supplémentaires relatives aux dispositifs hermétiquement scellés produisant des arcs, des étincelles ou des surfaces chaudes

Les dispositifs hermétiquement scellés sont considérés comme satisfaisant aux exigences des dispositifs clos sans essai.

NOTE Un taux de fuite équivalent à un taux de fuite He de moins de 10^{-2} Pa·l/s (10^{-4} mbar·l/s) sous une différence de pression de 10^5 Pa (1 bar) est suffisant.

L'enveloppe doit être en mesure de résister à des opérations de manipulation et d'assemblage normales sans que les dispositifs d'étanchéité ne soient endommagés.

19 Exigences supplémentaires relatives aux dispositifs clos produisant des arcs, des étincelles ou des surfaces chaudes

19.1 Matériaux non métalliques

Les étanchéités sont essayées selon 22.5 sauf si l'enveloppe du matériel est constituée entièrement ou en partie de matériaux non métalliques. Dans ce cas, c'est l'exigence de 22.3.1.1. qui s'applique.

19.2 Ouverture

Les dispositifs clos doivent être construits de manière à ce qu'ils ne puissent pas s'ouvrir en service normal.

19.3 Espaces internes

Les dispositifs clos doivent avoir un volume interne libre ne dépassant pas 100 cm^3 et doivent disposer, le cas échéant, de raccords externes, par exemple conducteurs volants ou bornes extérieures.

19.4 Manutention

Le dispositif doit être en mesure de résister à des opérations de manutention et d'assemblage normales sans subir de dommages.

19.5 Dispositifs d'étanchéité élastiques

Les dispositifs d'étanchéité élastiques, y compris les dispositifs d'étanchéité coulés, doivent être disposés de manière à ne pas subir de dommages mécaniques dans des conditions de service normales et doivent conserver leurs propriétés d'étanchéité pendant toute la durée de vie du dispositif. Ils doivent avoir une température de service en continu (COT) supérieure d'au moins 10 K à la température de service. Lorsque le dispositif est destiné à être utilisé dans un luminaire, la température de service en continu (COT) doit être supérieure d'au moins 20 K à la température de service. Le constructeur doit fournir les spécifications du matériau pour justifier la température de service en continu (COT).

19.6 Essais de type

Les essais de type décrits en 22.5 doivent être réalisés.

20 Exigences supplémentaires relatives aux matériels produisant des arcs, des étincelles ou des surfaces chaudes et protégés par des enveloppes à respiration limitée

20.1 Généralités

Les matériels à respiration limitée doivent avoir une puissance dissipée limitée telle que la température mesurée à l'extérieur ne dépasse pas les exigences relatives à la température maximale en surface de la CEI 60079-0.

Les enveloppes à respiration limitée ne doivent être évaluées que en tant que matériel complet en incluant toutes les options et les accessoires.

NOTE 1 Il convient que le matériel soit pourvu d'un port d'essai afin de soumettre les caractéristiques de respiration limitée à un essai après l'installation et au cours de la maintenance. Voir également les informations données en 20.2.7.

NOTE 2 Il convient que les instructions d'installation accompagnant le matériel contiennent des informations sur la sélection des entrées de câble ou de conduit.

NOTE 3 Il convient de tenir compte de l'effet des rayons du soleil et d'autres sources de chaleur ou de refroidissement sur l'enveloppe.

NOTE 4 L'utilisation d'une enveloppe de protection à respiration limitée contre l'inflammation de contacts produisant des étincelles n'est pas recommandée lorsque, du fait des températures d'air internes élevées, il y a un risque accru d'aspiration d'une atmosphère dangereuse dans l'enveloppe lors de la mise hors tension du matériel. Il convient également de prendre en compte le cycle opératoire de ce type de matériel, du fait de la probabilité accrue que celui-ci puisse être mis hors tension lorsqu'un gaz ou une vapeur inflammables entourent l'enveloppe

20.2 Exigences de construction

20.2.1 Type de matériel

20.2.1.1 Matériel contenant des dispositifs produisant normalement des étincelles

Le matériel à respiration limitée comportant des dispositifs produisant normalement des arcs ou des étincelles ou le matériel comportant des surfaces chaudes conçu pour avoir des cycles fréquents de température doivent avoir une puissance dissipée limitée telle que la température mesurée à l'extérieur de l'enveloppe ne dépasse pas la température ambiante externe de plus de 20 K.

Il n'est pas nécessaire d'appliquer les exigences spécifiées en 6.4, 6.5 et à l'Article 7 aux composants se trouvant à l'intérieur de l'enveloppe à respiration limitée.

NOTE Les luminaires normalement utilisés sont considérés comme ayant un cycle peu fréquent de température. Les luminaires tels que ceux qui utilisent une lumière stroboscopique sont réputés avoir un cycle fréquent de température.

20.2.1.2 Matériel ne contenant pas de dispositifs produisant normalement des étincelles

Le matériel à respiration limitée ne comportant pas de dispositifs produisant normalement des arcs ou des étincelles, mais comportant des surfaces chaudes en service normal, doit avoir une puissance dissipée limitée telle que la température mesurée à l'extérieur ne dépasse pas la classe de température indiquée.

Les dispositifs de commutation non utilisés en service normal, tels qu'un interrupteur d'arrêt d'urgence, ne doivent pas être considérés comme étant des dispositifs produisant normalement des étincelles ou des arcs.

Les distances d'isolement dans l'air et les lignes de fuite pour les bornes des composants internes doivent être conformes au Tableau 2.

20.2.2 Entrées de câble et de conduit

20.2.2.1 Entrées de câble

Les entrées de câble, qu'elles soient des parties intégrantes ou qu'elles soient séparées, doivent satisfaire aux exigences de la CEI 60079-0.

Lorsque celles-ci font partie intégrante de l'enveloppe ou lorsqu'elles lui sont spécifiques, elles doivent être soumises à l'essai en tant que partie de l'enveloppe.

Lorsque celles-ci sont séparées de l'enveloppe:

- les entrées de câbles filetés Ex peuvent être évaluées comme un matériel « nR »;
- les autres entrées de câbles peuvent être évaluées uniquement comme des éléments Ex « nR ».

NOTE Il convient que les instructions d'installation accompagnant le matériel contiennent des informations sur la sélection des câbles.

20.2.2.2 Entrées de conduit

Les entrées de conduit dotées de filetages coniques sont considérées comme satisfaisant aux exigences applicables au matériel « nR ». Les entrées de conduit dotées de filetages parallèles ne doivent être utilisées que si le dispositif d'étanchéité du conduit est soumis à l'essai avec l'enveloppe. Toutes les entrées de conduit doivent être closes. Toutes les entrées de conduit non utilisées doivent être closes au moyen d'un bouchon obturateur satisfaisant aux exigences relatives au matériel « nR ».

NOTE 1 Les entrées de conduit peuvent être soumises au même essai que celui requis pour le matériel ne produisant normalement pas d'étincelles.

NOTE 2 Il convient que les instructions d'installation accompagnant le matériel contiennent des informations sur l'obturation satisfaisante de l'entrée de conduit.

20.2.3 Tiges, axes et arbres

Les ouvertures pratiquées dans les enveloppes et destinées aux tiges, aux axes et aux arbres doivent être munies d'un moyen permettant d'assurer une protection de type « nR », et ne doivent pas utiliser de la graisse ou un autre composé comme seul moyen permettant de conserver l'intégrité de l'étanchéité lorsque les tiges, les axes et les arbres sont en mouvement et lorsque ceux-ci sont au repos.

20.2.4 Hublots

20.2.4.1 Hublots scellés

Une configuration de hublot utilisant un joint scellé doit être telle que celui-ci soit scellé directement dans la paroi de l'enveloppe afin de former avec cette dernière un ensemble inséparable, ou dans un châssis, de sorte que l'ensemble puisse être remplacé comme une unité.

20.2.4.2 Hublots munis de joints

Une configuration de hublot utilisant un joint permettant d'assurer une protection de type « nR » doit être telle que celle-ci soit montée directement dans la paroi ou le couvercle de l'enveloppe.

20.2.5 Exigences relatives aux dispositifs d'étanchéité

Les dispositifs d'étanchéité élastiques doivent être disposés de manière à ne pas subir de dommages mécaniques en conditions de service normales et doivent conserver leurs propriétés d'étanchéité pendant toute la durée de vie du dispositif. Sinon, les constructeurs

doivent spécifier une fréquence de remplacement recommandée qui doit être incluse dans les instructions, comme spécifié dans l'Article 25.

20.2.6 Dispositifs d'étanchéité non élastiques

Les dispositifs d'étanchéité non élastiques destinés au matériel à respiration limitée doivent avoir une température de service en continu (COT) supérieure d'au moins 10 K à la température service.

NOTE Les dispositifs d'étanchéité non élastiques ne nécessitent pas de contrainte interne en continu pour assurer leur fonction.

20.2.7 Port d'essai

20.2.7.1 Généralités

Le matériel doit normalement être pourvu d'un port d'essai permettant d'effectuer des essais relatifs aux propriétés de respiration limitée à l'issue du montage, en cours de contrôle initial et pendant la maintenance.

NOTE La mise en place de prises d'essai sur un matériel à respiration limitée peut ne pas être toujours pratique, par exemple si la seule partie de l'enveloppe du matériel à respiration limitée accessible depuis l'extérieur de l'ensemble de l'enveloppe est un globe de verre.

Le matériel pour lequel le volume nominal de l'enveloppe varie en raison de la pression au cours des essais de type doit toujours être doté d'un port d'essai.

20.2.7.2 Dispenses du port d'essai

20.2.7.2.1 Luminaires

Les dispositifs d'étanchéité doivent être fixés en position et doivent être conçus de façon à être aisément remplacés. Aucun collage dur ne doit être utilisé.

NOTE Si un adhésif est utilisé, il convient qu'il soit préalablement disposé sur le matériau du joint.

Les luminaires peuvent être dispensés d'un port d'essai à condition que les conditions suivantes soient satisfaites:

- a) il n'existe pas de dispositifs produisant normalement des arcs ou des étincelles dans l'enveloppe à respiration limitée, voir également 20.2.1.2, et
- b) les dispositifs d'étanchéité élastiques sont mécaniquement protégés de sorte qu'ils ne subissent pas de dommages mécaniques au cours des opérations de montage sur site ou de remplacement, et
- c) les dispositifs d'étanchéité exposés lors d'un remplacement de lampe sont d'un type aisément remplaçable au cours de la procédure.

Pour le matériel dépourvu de port d'essai, le marquage doit inclure le symbole « X » conformément à la CEI 60079-0, et les conditions spécifiques d'utilisation doivent être précisées dans la documentation.

20.2.7.2.2 Autre matériel à respiration limitée

Lorsque l'ouverture du matériel n'est pas prévue à l'installation, celui-ci peut également être dispensé d'un port d'essai. L'étiquette d'avertissement de point f) du Tableau 14 doit être collée sur le matériel.

Le matériel dépourvu de port d'essai doit inclure le symbole « X » conformément aux exigences de marquage de la CEI 60079-0 et des instructions pour la réalisation des essais

de respiration limitée doivent être fournies dans la documentation, accompagnées de toutes les conditions spécifiques d'utilisation.

NOTE S'il faut qu'un matériel de ce type soit ouvert à des fins de maintenance ou pour toute autre raison, il convient de réaliser un essai individuel de série conformément à 23.2.3 après l'avoir refermé.

20.2.7.2.3 Remplacement des dispositifs d'étanchéité

Les instructions doivent contenir des informations relatives au remplacement nécessaire des dispositifs d'étanchéité après toute activité nécessitant l'ouverture de l'enveloppe, par exemple le remplacement de lampes d'un luminaire.

NOTE Pour s'assurer que les propriétés « nR » ne sont pas affectées par l'ouverture et la fermeture et étant donné qu'en l'absence de port d'essai il n'est pas possible de procéder sur site à un essai sur les propriétés de respiration limitée, il est recommandé de remplacer les dispositifs d'étanchéité concernés dans le cadre de ce processus.

20.2.7.2.4 Procédure d'essai

Le matériel à respiration limitée dispensé d'une prise d'essai doit faire l'objet d'un essai de type conformément à 22.6.2.3 et également d'un essai individuel de série conformément à 23.2.3.2.1.2.

20.2.8 Ventilateurs internes

Si des ventilateurs internes sont montés, l'aspiration ne doit pas entraîner de dépression à une source potentielle de fuites.

20.2.9 Dispense de l'essai individuel de série

Le matériel contenant des dispositifs produisant normalement des étincelles doit toujours faire l'objet d'un essai individuel de série.

NOTE 1 Des méthodes statistiques peuvent être utilisées pour vérifier la conformité de la production.

Le matériel ne contenant pas de dispositifs produisant normalement des étincelles mais doté d'un port d'essai peut être conçu pour ne subir que des essais de type à un plus haut niveau comme défini en 22.6.2.2.1 et dans ce cas, les essais individuels de série peuvent être omis.

NOTE 2 Des informations relatives à la procédure d'essai requise après installation au cours du contrôle initial sont à fournir dans le manuel d'instructions.

20.3 Limitation de température

20.3.1 Généralités

Si le matériel est prévu pour des configurations diverses mais internes et fixes, la combinaison la plus défavorable doit permettre de déterminer la température maximale en surface lors de l'essai de type.

Si le matériel peut être doté d'une combinaison variable de composants internes, l'élévation de la température en surface au cours de l'essai de type peut être mesurée au moyen de charges fictives. Pour ce matériel, un essai individuel de série permettant de déterminer les classes de température est requis. Sinon, l'élévation de température d'un équipement soumis à essai peut être calculée dans les limites indiquées en 20.3.2.

20.3.2 Calcul de la température

L'élévation de la température d'un matériel dans le cadre de l'essai individuel de série doit être calculée en ajoutant la dissipation de puissance de chacun des composants internes. La somme des dissipations de puissance calculées doit être ≤ 80 % de la dissipation de

puissance maximale mesurée conformément à 20.3.1. La dissipation de puissance de chacun des composants internes doit être $\leq 10\%$ de la dissipation de puissance totale admissible.

Si la dissipation de puissance d'un composant interne est $> 10\%$ de la dissipation de puissance totale admissible, une mesure de la température dans le cadre de l'essai individuel de série est requise avec l'équipement soumis à essai doté de tous les composants prévus, et la température doit être mesurée conformément aux exigences de la CEI 60079-0.

20.4 Exigences supplémentaires relatives aux luminaires à respiration limitée

20.4.1 Dispositif de montage

Le dispositif de montage des luminaires à respiration limitée doit permettre au luminaire de satisfaire à l'essai de respiration limitée, que celui-ci soit monté ou non, et les garnitures de joint d'étanchéité et/ou les composés d'étanchéité spéciaux doivent être fournis avec le luminaire.

20.4.2 Réflecteurs

Lorsque des dispositions ont été prises sur le luminaire pour monter des réflecteurs, le moyen de fixation ne doit pas réduire les propriétés de respiration limitée des luminaires en question.

20.4.3 Températures en surface des luminaires à respiration limitée

Pour les luminaires à respiration limitée, dans des conditions normales et dans des conditions anormales spécifiées uniquement, la température de toute partie de la surface externe d'un luminaire à respiration limitée ne doit pas être supérieure à celle de la classe de température déclarée ou la température en surface maximale déclarée.

21 Informations générales relatives à la vérification et aux essais

Il convient d'effectuer les essais dans l'ordre suivant: les essais d'endurance spécifiés dans la présente norme, suivi des essais de choc, des essais de chute dans le cas d'un matériel portable, puis des essais IP et, le cas échéant, de l'essai à respiration limitée.

22 Essais de type

22.1 Echantillons représentatifs

Des échantillons représentatifs contenant toutes les fenêtres, garnitures d'actionneurs et scellements doivent être soumis aux essais conformément aux exigences relatives aux essais de type spécifiés dans la présente norme. Le nombre d'échantillons utilisés doit être suffisant pour réaliser les essais nécessaires spécifiés dans la CEI 60079-0, auxquels viennent s'ajouter les échantillons nécessaires aux essais spécifiés dans la présente norme.

22.2 Configuration des essais

Chaque essai doit être réalisé dans la configuration du matériel considérée comme la plus défavorable par la personne effectuant l'essai.

22.3 Essais sur les enveloppes dont dépend le mode de protection

22.3.1 Essais d'endurance thermique

22.3.1.1 Endurance thermique à la chaleur

L'endurance thermique à la chaleur est déterminée en soumettant l'enveloppe ou des parties de cette dernière composées de matériaux non métalliques à un stockage continu pendant

672_{-0}^{+30} h dans un environnement à une humidité relative de $(90 \pm 5) \%$ et à une température supérieure de $(10 \pm 2) \text{ K}$ à la température maximale en service assignée.

En cas de température de service maximale supérieure à 85 °C , la période de 672_{-0}^{+30} h spécifiée ci-dessus est remplacée par une période de 336_{-0}^{+30} h à $(95 \pm 2) \text{ °C}$ et à une humidité relative de $(90 \pm 5) \%$, suivie d'une période de deux semaines à une température supérieure de $(10 \pm 2) \text{ K}$ à la température maximale en service assignée.

22.3.1.2 Essai de chute sur le matériel portatif

Dans le cas de luminaires portatifs, il n'est pas nécessaire que le filament de la lampe reste intact après l'essai de chute.

22.4 Essais sur les dispositifs à coupure enfermée et sur les composants non propagateurs de flamme

22.4.1 Préparation d'échantillons de dispositifs à coupure enfermée

Si la dépose des matériaux élastomères ou thermoplastiques d'étanchéité des couvercles destinés à être ouverts en service ou non protégés contre les dommages mécaniques ou ambiants a pour effet de rendre l'essai encore plus sévère, ceux-ci doivent être retirés, totalement ou partiellement, avant de soumettre le dispositif ou le composant à l'essai de type.

NOTE Les autres pièces non métalliques de l'enveloppe auront été soumises à l'essai de conditionnement décrit en 22.3.1.

22.4.2 Préparation d'échantillons de composants non propagateurs de flamme

Dans le cas de composants non propagateurs de flamme, les contacts doivent être pré-conditionnés en les soumettant à 6 000 cycles de fonctionnement à une cadence d'environ six fois par minute et à la charge électrique assignée.

Le composant doit être disposé de manière à garantir que l'atmosphère d'essai a accès aux contacts et à pouvoir détecter une éventuelle explosion. Cela peut s'effectuer de l'une des manières suivantes:

- a) dépose du logement situé à côté des contacts, ou
- b) perçage d'au moins deux trous dans l'enveloppe, ou
- c) aspiration du vide, puis remplissage de la chambre d'essai avec le mélange d'essai, et utilisation d'un détecteur à pression pour détecter une éventuelle inflammation.

22.4.3 Conditions d'essai pour les dispositifs à coupure enfermée et les composants non propagateurs de flamme

22.4.3.1 Généralités

Le dispositif ou composant, qui doit être disposé de manière à avoir les dimensions les plus défavorables admises selon les plans de construction, doit être rempli et entouré d'un mélange explosif selon le groupe indiqué du matériel, à savoir:

Groupe IIA: $(6,5 \pm 0,5) \%$ éthylène/air à la pression atmosphérique;

Groupe IIB: $(27,5 \pm 1,5) \%$ hydrogène/air à la pression atmosphérique;

Groupe IIC: (34 ± 2) % hydrogène, (17 ± 1) % oxygène et le reste azote à la pression atmosphérique ou en variante $(27,5 \pm 1,5)$ % hydrogène/air à une surpression de 500 mbar.

22.4.3.2 Dispositifs à coupure enfermée

Dans le cas de dispositifs à coupure enfermée, le mélange explosif à l'intérieur du dispositif doit être enflammé sous l'effet du fonctionnement des contacts enfermés en cas de raccordement à la source d'énergie et de puissance maximale assignée en termes de tension, courant, fréquence, et facteur de puissance. Un essai de fermeture et d'ouverture doit être répété 10 fois avec un nouveau mélange explosif pour chaque essai et le mélange explosif autour du dispositif ne doit pas être enflammé.

22.4.3.3 Composants non propagateurs de flamme

Dans le cas de composants non propagateurs de flamme, les contacts doivent être actionnés 50 fois à 100 % de la charge normale lorsque le composant est rempli et entouré du mélange explosif. Cet essai de fermeture et d'ouverture doit être répété trois fois avec un nouveau mélange gazeux pour chaque essai et le mélange explosif autour du dispositif ne doit pas être enflammé.

NOTE Par « Charge électrique spécifiée », on entend le courant et la tension dans des conditions de fonctionnement normales du circuit dans lequel le composant est utilisé, ou pour lequel la sécurité a été vérifiée.

22.5 Essais sur les dispositifs clos

22.5.1 Conditionnement

Trois échantillons du dispositif doivent être sous tension à la tension assignée dans une étuve à air pendant au moins $168 \begin{smallmatrix} +30 \\ 0 \end{smallmatrix}$ h à une température supérieure d'au moins 10 K à la température de service maximale. Ce conditionnement est suivi d'au moins $24 \begin{smallmatrix} +2 \\ 0 \end{smallmatrix}$ h à une température inférieure d'au moins 10 K à la température de service minimale.

NOTE Le conditionnement peut être remplacé par celui décrit dans la CEI 60079-0.

22.5.2 Essai de tension

Les bornes du dispositif sont reliées ensemble et une tension sinusoïdale est appliquée pendant 1 min entre les bornes et la surface extérieure du dispositif. La valeur efficace n'est pas inférieure à V_{pk} ou $(2 U + 1 000)$ V, en prenant la plus grande de ces deux valeurs, où V_{pk} est la tension maximale de crête de sortie du dispositif et U est la tension de service. Lorsque la tension de service est inférieure ou égale à 42 V, la tension d'essai est égale à 500 V au lieu de $(2 U + 1 000)$ V. Si le boîtier est en plastique, du papier métallique est disposé autour de la surface extérieure de ce dernier.

La conformité doit être vérifiée de la manière suivante: l'essai de tension ne doit pas produire de claquage électrique, ni de décharge dangereuse; l'échantillon doit être soumis à un examen visuel. Aucun dommage susceptible de réduire le mode de protection ne doit être évident.

22.5.3 Essais sur les dispositifs à espace libre

22.5.3.1 Matériel utilisé pour l'essai de fuite réalisé sur les dispositifs clos

Une enceinte en matériau transparent et de volume suffisant pour permettre une immersion complète de l'échantillon d'essai. L'enceinte doit disposer des fonctions supplémentaires suivantes, selon que c'est la méthode 1 ou la méthode 2 qui est utilisée.

a) Méthode 1

L'enceinte doit permettre le chauffage du fluide d'essai à la température requise par le point a) de 22.5.3.2 avec possibilité d'agitation pour maintenir une température de bain uniforme pendant une longue période et pour l'insertion d'un dispositif de mesure de température approprié.

b) Méthode 2

L'enceinte doit permettre le raccordement à une pompe à vide en mesure de réduire la pression sur la surface du liquide et de la maintenir à la valeur requise pendant une durée minimale de 2 min.

Le fluide utilisé pour les essais est de l'eau courante ou de l'eau dé-ionisée.

22.5.3.2 Essai de fuite réalisé sur des dispositifs clos

L'essai de fuite pour les dispositifs clos doit être réalisé en utilisant l'une des méthodes suivantes:

a) Méthode 1

Les échantillons d'essai se trouvant à une température initiale de $(25 \pm 2)^\circ\text{C}$ sont immergés rapidement dans de l'eau à une température de $(65 \pm 2)^\circ\text{C}$ à une profondeur de 25 mm pendant 1 min. Si aucune bulle ne sort des échantillons pendant cet essai, ceux-ci sont considérés comme étant « clos » au titre de la présente norme.

b) Méthode 2

Les échantillons d'essai sont immergés à une profondeur de 75 mm dans de l'eau contenue dans une enveloppe pouvant être partiellement évacuée. La pression d'air dans l'enveloppe est réduite de l'équivalent d'une pression de 120 mm Hg (16 kPa). Il ne doit y avoir aucune fuite évidente de l'intérieur du dispositif.

c) Méthode 3

En variante à a) ou b), tout autre méthode d'essai indiquant que la fuite des dispositifs ne dépasse pas un débit de 10^{-5} ml d'air par seconde à une pression différentielle de 1 atmosphère (101,325 Pa).

22.5.3.3 Essai de résistance diélectrique

L'essai de 22.5.2 doit être répété après l'essai de fuite.

22.5.4 Essai sur les dispositifs clos pour luminaires

Si le dispositif contient un dispositif d'étanchéité coulé ou un composé d'encapsulation en matériau thermodurcissable, le dispositif doit être placé dans une enceinte de température et refroidi à -10°C ou à une température inférieure pendant 1 h. Le dispositif est ensuite chauffé à une température supérieure d'au moins 10 K à la température maximale du boîtier du dispositif pendant 1 h.

Si le dispositif contient un dispositif d'étanchéité en matériau thermoplastique ou élastomère, celui-ci est chauffé dans une étuve à air pendant 7 jours à une température supérieure d'au moins 10 K à celle qui se produit lorsque le dispositif fonctionne dans les conditions de service assignées maximales, comme déterminé par le laboratoire d'essai ou comme spécifié par le constructeur.

Les échantillons d'essai doivent ensuite être soumis à l'un des essais de fuite suivants:

- a) les échantillons d'essai se trouvant à une température initiale de $(25 \pm 2)^\circ\text{C}$ sont immergés rapidement dans de l'eau à une température de $(50 \pm 2)^\circ\text{C}$ à une profondeur de 25 mm pendant 1 min. Si aucune bulle ne sort des échantillons pendant cet essai, ceux-ci sont considérés comme étant « clos » au titre de la présente norme;

- b) les échantillons d'essai sont immergés à une profondeur de 75 mm dans de l'eau contenue dans une enveloppe pouvant être partiellement évacuée. La pression d'air dans l'enveloppe est réduite de l'équivalent d'une pression de 120 mm Hg (16 kPa). Il ne doit y avoir aucune fuite évidente de l'intérieur du dispositif;
- c) tout autre essai indiquant que la fuite des dispositifs ne dépasse pas un débit de 10^{-5} ml d'air par seconde à une pression différentielle de 1 atmosphère (101,325 kPa).

22.6 Exigences relatives aux essais de type sur les enveloppes à respiration limitée

22.6.1 Généralités

Le matériel à respiration limitée de type « nR » doit être soumis à l'ensemble des essais applicables de la CEI 60079-0 avant les essais de type spécifiques requis relatifs à la respiration limitée.

Si l'enveloppe est construite de telle sorte que le taux de respiration soit indépendant de la direction de la pression, ou si l'application d'une pression positive représente une condition plus sévère, l'essai peut alors être effectué l'enveloppe étant soumise à une pression positive.

22.6.2 Procédure d'essai

22.6.2.1 Matériel pour lequel le volume nominal de l'enveloppe n'est pas modifié du fait de la pression

22.6.2.2 Matériel doté d'un port d'essai

22.6.2.2.1 Essai de type uniquement, sans essai individuel de série supplémentaire

Dans des conditions de température constante, l'intervalle de temps pour qu'une pression interne d'au moins 0,3 kPa (30 mm de colonne d'eau) en dessous de la pression atmosphérique descende à une valeur inférieure à la moitié de la valeur initiale ne doit pas être inférieur à 360 s.

22.6.2.2.2 Essai de type avec essai individuel de série supplémentaire

Dans des conditions de température constante, l'intervalle de temps pour qu'une pression interne d'au moins 0,3 kPa (30 mm de colonne d'eau) en dessous de la pression atmosphérique descende à une valeur inférieure à la moitié de la valeur initiale ne doit pas être inférieur à 90 s.

22.6.2.3 Essai de type sur le matériel dépourvu de port d'essai

Dans des conditions de température constante, l'intervalle de temps pour qu'une pression interne d'au moins 0,3 kPa (30 mm de colonne d'eau) en dessous de la pression atmosphérique descende à une valeur inférieure à la moitié de la valeur initiale ne doit pas être inférieur à 180 s.

22.6.3 Essai de type alternatif pour le matériel pour lequel la valeur nominale de l'enveloppe est modifiée du fait de la pression

En variante aux essais de 22.6.2.2 et 22.6.2.3, l'enveloppe peut être mise sous pression avec maintien de l'air à une surpression de 0,4 kPa. Le débit d'alimentation d'air, en litres par heure (l/h), nécessaire au maintien de cette surpression doit être mesuré. La valeur divisée par le volume net, en litres, de l'enveloppe (l) doit être inférieure ou égale à 0,125.

22.7 Essai sur les douilles de lampes à vis

NOTE 1 Il n'est pas nécessaire d'effectuer d'essais de serrage et de desserrage sur les douilles E10.

Dans le cas des douilles E14, E27 et E40, un culot d'essai de dimensions conforme à la CEI 60238 doit être entièrement inséré dans une douille type, en appliquant un couple selon le type de douille, comme indiqué au Tableau 11.

Dans le cas des douilles E13, E26 et E39, un essai équivalent doit être effectué sur la base des exigences dimensionnelles de la CEI 60238, modifié pour tenir compte des différences entre les culots de lampe associés indiqués dans la CEI 60061 (toutes les parties).

NOTE 2 Si une certification (tierce partie) est envisagée, la présente norme n'exige pas que l'organisme de certification confirme la conformité à la CEI 60238. Il convient que les bases de cette conformité soient établies par le constructeur dans la documentation, voir l'Article 25.

Tableau 11 – Couple d'insertion

Culot de lampe	Couple Nm
E14/E13	1,0 ± 0,1
E27/E26	1,5 ± 0,1
E40/E39	2,25 ± 0,1

Le culot d'essai doit ensuite être partiellement desserré en lui imprimant une rotation de 15°.

Le couple minimal alors nécessaire pour desserrer le culot ne doit pas être inférieur à celui indiqué dans le Tableau 12.

Tableau 12 – Couple minimal de desserrage

Culot de lampe	Couple Nm
E14/E13	0,3
E27/E26	0,5
E40/E39	0,75
NOTE Lorsque les vibrations sont sévères, il convient qu'un montage spécial soit prévu pour les luminaires.	

22.8 Essai sur les socles de starter pour luminaires

Trois échantillons de socle de starter sont placés dans une enceinte de chauffage dans laquelle la température ambiante est maintenue à (85 ± 2) °C.

Après 72 h au total, les socles de starter sont retirés de l'enceinte de chauffage et on les laisse refroidir pendant 24 h. La pression de contact est alors mesurée au moyen d'un appareil construit selon les spécifications de calibres détaillées dans la CEI 60400.

La force de contact ne doit pas être inférieure à 5 N.

NOTE Si une certification (tierce partie) est envisagée, la présente norme n'exige pas que l'organisme de certification confirme la conformité à la CEI 60400. Il convient que les bases de cette conformité soient établies par le constructeur dans la documentation, voir l'Article 25.

22.9 Essais sur les starters électroniques pour lampes fluorescents tubulaires et essais sur les amorces pour lampes au sodium ou à l'halogénure métallisé haute pression

22.9.1 Généralités

Les amorces sont classés conformément aux caractéristiques suivantes:

- a) la tension d'impulsion de crête (V_{pk}) produite à la lampe ne dépasse pas 1,5 kV, 2,8 kV ou 5,0 kV;
- b) l'amorceur peut être ou non muni d'un coupe-circuit afin d'empêcher toute tentative répétée de démarrage en cas de panne de démarrage ou de panne de fonctionnement de la lampe associée;
- c) l'amorceur peut entraîner ou non l'application de tension d'impulsion de crête à l'enroulement du ballast du luminaire.

22.9.2 Essai de résistance à l'humidité, d'isolement et de rigidité diélectrique

Les starters et amorceurs électroniques doivent satisfaire aux spécifications de résistance à l'humidité, d'isolement et de rigidité diélectrique de la CEI 61347-1. La durée de conditionnement en milieu humide doit être de 168 h.

NOTE Si une certification (tierce partie) est envisagée, la présente norme n'exige pas que l'organisme de certification confirme la conformité à la CEI 61347-1. Il convient que le fabricant déclare les bases de cette conformité dans la documentation, voir l'Article 25.

22.9.3 Essai sur les dispositifs de coupure

Lorsqu'un starter ou un amorceur électronique est doté d'un dispositif de coupure, trois appareils doivent être soumis à un essai à la température de l'air de $(-25 \pm 2) ^\circ\text{C}$, $(25 \pm 2) ^\circ\text{C}$ et à une température au moins égale à la température maximale acceptable du boîtier +10 K (à moins que des limites de température de fonctionnement différentes soient explicitement spécifiées). La conformité doit être vérifiée comme suit:

- a) dans le cas des starters de lampes fluorescentes tubulaires, le starter est excité dix fois de suite avec un intervalle d'au moins 15 s entre deux tentatives de démarrage. Le dispositif de coupure doit fonctionner en cas de panne de la lampe (décharge défailante, mais cathodes intactes, simulation par retrait de la lampe du circuit et son remplacement par des résistances cathodiques fictives) dans un délai de 10 s, afin d'empêcher d'autres tentatives de démarrage de la lampe;
- b) dans le cas d'amorceurs de lampes à sodium et à halogénure métallisé/au mercure haute pression, l'amorceur est actionné dix fois de suite, le dispositif de coupure fonctionnant à chaque fois. Le dispositif de coupure doit fonctionner en cas de panne de la lampe (décharge défailante ou non allumage à froid, simulation par retrait de la lampe du circuit) dans un délai de 125 % de la durée assignée indiquée sur l'amorceur.

Si les trois appareils satisfont aux exigences, l'amorceur doit être classé « avec dispositif de coupure ». Si un des trois appareils ne satisfait pas à ces exigences, l'amorceur doit être classé « sans dispositif de coupure », et des essais ultérieurs doivent être effectués sur des échantillons avec le dispositif de coupure isolé ou retiré, afin de rendre le dispositif inopérant et l'amorceur inadapté à l'utilisation lorsqu'il force l'enroulement du ballast.

22.9.4 Essai de durée de vie (lampe défailante)

22.9.4.1 Essai d'endurance thermique de l'amorceur

Trois autres amorceurs doivent passer avec succès l'essai d'endurance thermique suivant.

- a) Amorceurs dépourvus de dispositif de coupure
 - 1) Mettre sous tension à la tension de service maximale assignée, à la fréquence de fonctionnement la plus élevée (ou la plus basse, si celle-ci produit la plus forte hausse de température dans l'amorceur) dans un circuit qui simule l'état de la lampe en panne.
 - 2) Augmenter la température ambiante dans une étuve sans tirage ou dans une enveloppe à $60 ^\circ\text{C}$.
 - 3) Laisser l'amorceur dans un état stable pendant 60 jours.
 - 4) Mettre hors tension, retirer l'amorceur de l'étuve ou de l'enveloppe et refroidir jusqu'à ce que celui-ci atteigne la température ambiante.

- b) Amorceurs dotés d'un dispositif de coupure
- 1) Augmenter la température ambiante dans une étuve sans courant d'air ou dans une enveloppe à 60 °C.
 - 2) Mettre sous tension à la tension de service maximale assignée, à la fréquence de fonctionnement la plus élevée (ou la plus basse, si celle-ci produit la plus forte hausse de température dans l'amorceur), dans un circuit qui simule l'état de la lampe en panne pour un cycle nominal de 30 min « marche » et 30 min « arrêt ».
 - 3) Poursuivre l'essai jusqu'à ce que 500 cycles soient terminés.
 - 4) Mettre hors tension, retirer l'amorceur de l'étuve ou de l'enveloppe et refroidir jusqu'à ce que celui-ci atteigne la température ambiante.

22.9.4.2 Critères d'évaluation

Le starter/amorceur électronique doit être réexaminé et doit, soit:

- a) fonctionner selon les caractéristiques de fonctionnement électriques indiquées et dans la classe de température (si celle-ci est attribuée), et ne doit présenter aucun défaut mécanique ou structurel pouvant rendre l'appareil dangereux ou susceptible de provoquer un risque d'inflammation, soit
- b) avoir échoué à un état sûr sans passer par un état propagateur de flamme ou de formation d'étincelles et sans présenter de défaut mécanique ou structurel.

22.10 Essai sur les câbles de luminaires soumis à des impulsions haute tension en provenance d'amorceurs

La tension d'essai à une fréquence nominale de 50 Hz ou de 60 Hz est appliquée pendant 1 min entre le conducteur et un papier métallique de 25 mm de large autour des surfaces externes de l'isolement de l'échantillon d'essai et à au moins 25 mm des conducteurs nus. L'échantillon d'essai a une longueur d'au moins 500 mm.

La tension est de 3 kV efficaces dans les circuits utilisant des amorceurs marqués 2,8 kV, ou 5 kV efficaces dans les circuits utilisant des amorceurs marqués 5,0 kV.

Aucun amorçage ou claquage ne doit se produire pendant l'essai.

22.11 Essai de choc mécanique pour les batteries

22.11.1 Généralités

L'essai doit être effectué sur un échantillon composé d'au moins quatre éléments de batterie neufs et entièrement chargés en une formation 2 × 2 avec connecteurs internes. L'échantillon doit être prêt à l'emploi.

L'échantillon doit être monté en position opérationnelle normale et par son moyen de fixation habituel, soit directement, soit au moyen d'un dispositif de montage rigide à la surface de fixation de la machine de chocs. Le montage doit satisfaire aux exigences spécifiées en 4.3 de la CEI 60068-2-27.

La machine de chocs doit générer une impulsion semi-sinusoïdale comme indiquée à la Figure 2 de la CEI 60068-2-27. La tolérance relative au changement de vitesse, le déplacement transversal et le système de mesure doivent satisfaire aux exigences spécifiées en 4.1.2, 4.1.3 et 4.2 de la CEI 60068-2-27. L'accélération de crête doit être de $5 g_n$, comme défini dans le Tableau 1 de la CEI 60068-2-27.

22.11.2 Procédure d'essai

La procédure d'essai doit être la suivante:

- a) la capacité de l'échantillon est déterminée;
- b) un courant de décharge constant de 5 h passe pendant l'essai;
- c) 15 chocs indépendants sont appliqués à l'échantillon de la manière suivante:
 - 1) trois chocs successifs verticalement vers le haut,
 - 2) trois chocs successifs dans chaque direction le long de deux axes perpendiculaires dans le plan horizontal. Ces axes sont choisis de sorte à indiquer toutes les faiblesses éventuelles;
- d) la capacité est déterminée à nouveau après recharge.

22.11.3 Critères d'évaluation

Les trois conditions suivantes doivent être satisfaites:

- a) pas de changement brusque de tension pendant l'essai;
- b) pas de dommages, ni de déformations visibles;
- c) pas de réduction de capacité supérieure à 5 %.

22.12 Essai de résistance d'isolement des batteries

22.12.1 Conditions d'essai

Les conditions d'essai sont les suivantes:

- a) la tension de mesure de l'ohmmètre doit être au moins à 100 V;
- b) tous les raccordements entre la batterie et les circuits externes et le compartiment de batterie, si celui-ci est monté, doivent être déconnectés;
- c) les éléments doivent être remplis d'électrolyte jusqu'au niveau maximal acceptable.

22.12.2 Critères d'évaluation

La résistance d'isolement est jugée satisfaisante si la valeur mesurée est inférieure ou égale à la valeur spécifiée en 12.5.2.11.

22.13 Essais supplémentaires d'inflammation sur les grandes machines et les machines à haute tension

22.13.1 Essai de construction du rotor à cage

22.13.1.1 Généralités

L'essai doit être réalisé au moyen d'une machine disposant d'un stator et d'un rotor représentatifs d'une machine finie en termes de noyau et d'enroulements de stator et de noyau et de cage de rotor. Cela doit inclure les conduits, les bagues de centrage, les bagues sous les bagues terminales et les disques d'équilibrage, le cas échéant.

22.13.1.2 Processus de vieillissement de cage de rotor

La cage de rotor doit être soumise à un processus de vieillissement comprenant au moins cinq essais de rotor bloqué. La température maximale de la cage doit passer cycliquement d'une température maximale d'étude à une température de moins de 70 °C. La tension appliquée ne doit pas être inférieure à 50 % de la tension assignée.

22.13.1.3 Essai d'inflammation

Après avoir été soumise au processus de vieillissement décrit en 22.13.1.2, la machine doit être remplie d'un mélange de gaz explosif comme indiqué dans le Tableau 13 ou immergée

dans un tel mélange. Les moteurs doivent être soumis à 10 démarrages non couplés directement en ligne ou à 10 essais de rotor bloqué. La durée de ces essais doit être d'au moins 1 s.

Aucune inflammation du mélange d'essai explosif ne doit se produire.

Au cours des essais, la tension aux bornes ne doit pas descendre en dessous de 90 % de la tension assignée. La concentration du mélange d'essai explosif doit être confirmée à l'issue de chaque essai.

22.13.2 Essai d'inflammation sur le système d'isolement des enroulements de stators

22.13.2.1 Généralités

Les essais doivent être réalisés sur l'une des parties suivantes:

- un stator complet;
- un stator avec enveloppe de moteur;
- un moteur;
- un stator partiellement bobiné;
- un groupe de bobines.

Dans tous les cas, le modèle d'essai doit être représentatif d'un stator complet avec, le cas échéant, un dispositif anti-effluves, une gradation des contraintes, une garniture et un renforcement, une imprégnation et les parties conductrices, par exemple le noyau de stator. Toutes les parties conductrices à découvert doivent être mises à la terre.

22.13.2.2 Conditions d'essai

La disposition des câbles de raccordement du stator doit être soumise à un essai soit sur un stator complet, soit sur un modèle représentatif. L'espacement des câbles entre eux et entre des parties conductrices adjacentes doit faire l'objet d'une attention particulière. Toutes les parties conductrices exposées de ce type doivent être mises à la terre.

22.13.2.3 Essai d'inflammation en régime permanent

Les systèmes d'isolement et les câbles de raccordement doivent être soumis à l'essai dans un mélange de gaz explosif comme indiqué dans le Tableau 13 avec une tension sinusoïdale égale à au moins 1,5 fois la tension de ligne efficace assignée pendant au moins 3 min. Le taux maximal de montée de tension doit être de 0,5 kV/s. La tension doit être appliquée entre une phase et la terre, les autres phases étant à la terre.

Aucune inflammation du mélange d'essai explosif ne doit se produire.

Tableau 13 – Mélanges d'essai explosifs

Groupe de matériel	Mélange d'essai dans l'air v/v
IIC	(21 ± 5) % d'hydrogène
IIB	(7,8 ± 1) % d'éthylène
IIA	(5,25 ± 0,5) % de propane

NOTE Les valeurs indiquées dans ce tableau représentent un mélange correspondant à une énergie d'inflammation minimale pour le groupe de matériel.

23 Vérifications et essais individuels de série

23.1 Généralités

Le constructeur doit effectuer les vérifications et les essais individuels de série nécessaires afin de garantir que le matériel électrique produit est conforme à ses spécifications, conformément aux exigences de la CEI 60079-0. Le constructeur doit également réaliser tous les essais individuels de série appropriés mentionnés en 23.2.

23.2 Essais individuels de série spécifiques

23.2.1 Essai de rigidité diélectrique

Un essai de rigidité diélectrique doit être réalisé conformément à 6.5.1. Autrement, l'essai doit être exécuté à 1,2 fois la tension d'essai, mais sa durée d'exécution doit être maintenue pendant au moins 100 ms.

NOTE Dans certains cas, la durée d'essai réelle peut être nettement plus longue que 100 ms étant donné qu'un échantillon de grande capacité distribuée peut requérir une durée supplémentaire pour atteindre la tension d'essai réelle.

23.2.2 Variante d'essai de rigidité diélectrique

Dans le cas de matériel couvert par l'exception décrite en 6.4.1, l'essai décrit en 6.5.2 doit être réalisé en tant qu'essai individuel de série. Autrement, un essai doit être réalisé à 1,2 fois la tension d'essai, mais sa durée d'exécution doit être maintenue pendant au moins 100 ms.

23.2.3 Exigences applicables aux essais individuels de série sur les enveloppes à respiration limitée

23.2.3.1 Généralités

Si le matériel est doté d'un port d'essai, celui-ci peut être utilisé pour l'essai individuel de série. Les entrées de câble peuvent être remplacées par des bouchons obturateurs pour l'essai individuel de série. Si le matériel n'est pas doté d'un port d'essai, celui-ci peut être soumis à essai en utilisant les entrées de câble ou de conduit.

NOTE 1 L'utilisation de l'entrée de câble incluant le système d'étanchéité prouve que les propriétés de respiration limitée ne sont pas influencées de manière négative par l'entrée de câble.

NOTE 2 Lorsque des essais individuels de série ne sont pas réalisés, le constructeur aura besoin d'avoir recours à des mesures de contrôle de la qualité afin de garantir que le matériel répond aux valeurs d'essai ou les dépasse lors de l'installation.

NOTE 3 Lorsqu'il n'y a pas d'entrée de câble sur l'enveloppe à respiration limitée ou de port d'essai, un assemblage fantôme représentant la compression et le volume de la garniture à la surface du joint peut être substitué le temps que le reste de la garniture reste avec le matériel en cours d'essai.

23.2.3.2 Procédure d'essai

23.2.3.2.1 Matériel pour lequel le volume nominal de l'enveloppe n'est pas modifié du fait de la pression

23.2.3.2.1.1 Matériel doté d'un port d'essai

Dans des conditions de température constante, l'intervalle de temps requis pour qu'une pression interne inférieure d'au moins 0,3 kPa (30 mm de colonne d'eau) à la pression atmosphérique passe à la moitié de la valeur initiale ne doit pas être inférieur à 90 s.

Autrement, les procédures d'essai suivantes peuvent être utilisées:

- Dans des conditions de température constante, l'intervalle de temps requis pour qu'une pression interne inférieure de 3,0 kPa (300 mm de colonne d'eau) à la pression

atmosphérique passe à une valeur inférieure de seulement 2,7 kPa (270 mm de colonne d'eau) à la pression atmosphérique ne doit pas être inférieure à 14 s.

- Dans des conditions de température constante, l'intervalle de temps requis pour qu'une pression interne inférieure de 0,3 kPa (30 mm de colonne d'eau) à la pression atmosphérique passe à une valeur inférieure de seulement 0,27 kPa (27 mm de colonne d'eau) à la pression atmosphérique ne doit pas être inférieure à 14 s.

NOTE Les variantes sont données pour réduire le temps nécessaire aux essais individuels de série en utilisant des valeurs modifiées pour la diminution de pression possible. Si l'utilisation d'une faible valeur de pression engendre des difficultés, d'autres valeurs 10 fois supérieures peuvent être utilisées.

23.2.3.2.1.2 Matériel dépourvu de port d'essai

Dans des conditions de température constante, l'intervalle de temps requis pour qu'une pression interne inférieure de 0,3 Pa (30 mm de colonne d'eau) à la pression atmosphérique passe à la moitié de la valeur initiale ne doit pas être inférieure à 180 s.

Autrement, les procédures d'essai suivantes peuvent être utilisées.

- Dans des conditions de température constante, l'intervalle de temps requis pour qu'une pression interne inférieure de 3,0 kPa (300 mm de colonne d'eau) à la pression atmosphérique passe à une valeur inférieure de seulement 2,7 kPa (270 mm de colonne d'eau) à la pression atmosphérique ne doit pas être inférieure à 27 s.
- Dans des conditions de température constante, l'intervalle de temps requis pour qu'une pression interne inférieure de 0,3 kPa (30 mm de colonne d'eau) à la pression atmosphérique passe à une valeur inférieure de seulement 0,27 kPa (27 mm de colonne d'eau) à la pression atmosphérique ne doit pas être inférieure à 27 s.

NOTE Les variantes sont données pour réduire le temps nécessaire aux essais individuels de série en utilisant des valeurs modifiées pour la diminution de pression possible. Si l'utilisation d'une faible valeur de pression engendre des difficultés, d'autres valeurs 10 fois supérieures peuvent être utilisées.

23.2.3.2.2 Matériel pour lequel le volume nominal de l'enveloppe est modifié du fait de la pression

L'enveloppe doit être mise sous pression avec maintien de l'air à une surpression de 0,4 kPa. Le débit d'alimentation d'air en litres par heure (l/h) nécessaire pour maintenir cette surpression doit être mesuré. La valeur divisée par le volume net en litres (l) de l'enveloppe ne doit pas dépasser 0,125.

23.2.4 Essais individuels de série pour les starters et amorces électroniques

Dans le cas des starters électroniques de lampes fluorescentes tubulaires et des amorces des lampes sodium ou à halogénure métallisé haute pression, un essai individuel de série est réalisé conformément à l'essai de type de tension de 22.9.3 mais pendant une période d'au moins 3 s.

24 Marquage

24.1 Généralités

Le marquage doit comprendre les éléments requis de la CEI 60079-0 ainsi que tout autre marquage requis par la présente norme et par d'autres normes applicables auxquelles le matériel est conforme. Le marquage doit également comprendre tout marquage normalement requis par les normes de construction de matériel électrique.

Lorsqu'il s'avère nécessaire d'inclure le marquage d'une des autres méthodes de protection répertoriées dans la CEI 60079-0, le marquage requis par cette norme doit être apposé en premier. Lorsque des méthodes de protection multiples sont utilisées pour un matériel de mode « n », elles doivent être toutes identifiées dans le marquage, dans l'ordre alphabétique.

NOTE Cela permet d'éviter tout problème quant à l'adéquation du matériel pour un emplacement spécifique.

Dans le cas de composants, de matériel et de composants non propagateurs de flamme, le marquage doit comprendre tous les paramètres électriques concernant la sécurité contre l'explosion (par exemple: tension, courant, inductance et capacité), selon le cas.

Lorsque le marquage IP est requis, le matériel doit être marqué conformément à 6.3.

24.2 Marquage supplémentaire des batteries

Les marquages suivants doivent être indiqués pour les batteries:

- type de construction des éléments;
- nombre d'éléments et tension nominale;
- capacité assignée avec durée de décharge correspondante.

Le nom du fabricant et le numéro du modèle peuvent être utilisés comme alternative au marquage de la batterie.

Si aucune mesure de sécurité n'est appliquée, le compartiment de batterie ou le bloc de batteries doit porter l'avertissement indiqué au point d) du Tableau 14.

S'il est possible d'insérer des piles et des accumulateurs dans le matériel ou dans le compartiment de batterie lorsque ceux-ci sont uniquement prévus pour des accumulateurs, ces éléments doivent porter l'avertissement indiqué au point e) du Tableau 14.

NOTE Il convient de fournir avec chaque batterie des instructions d'utilisation (instructions de maintenance) en vue d'un affichage dans le poste de chargement de batterie. Il convient que celles-ci comprennent toutes les instructions nécessaires pour la charge, l'exploitation et la maintenance.

Il convient que les instructions d'utilisation comprennent au moins les informations suivantes:

- nom du constructeur ou du fournisseur ou marque déposée du constructeur ou du fournisseur,
- désignation du type donnée par le constructeur,
- nombre d'éléments et tension nominale de la batterie,
- capacité assignée avec durée de décharge correspondante,
- instructions relatives à la charge,
- toute autre condition pour le fonctionnement de la batterie en toute sécurité, par exemple retrait du couvercle en cours de charge, durée minimale avant la fermeture du couvercle par suite du dégagement de gaz à l'issue de la charge, vérification du niveau d'électrolyte, spécifications relatives à l'eau de l'électrolyte d'appoint.

24.3 Exemples de marquage

NOTE Ces exemples ne comprennent pas le marquage généralement requis par les normes relatives à la construction du matériel.

- Exemple 1: Matériel ne produisant pas d'étincelles comprenant un luminaire antidéflagrant pour la plage de températures ambiantes comprises entre -20 °C et $+60\text{ °C}$, avec conditions spécifiques d'utilisation et sans homologation de tierce partie.

Engler Industries Ltd

Type HXR

Ex nA d IIB T3 Gc

$-20\text{ °C} \leq T_a \leq +60\text{ °C}$

Numéro de certificat: 045673X

- Exemple 2: Matériel avec enveloppe à respiration limitée en tant que composant sans homologation de tierce partie.

XYZ Ltd

Type 1456

Ex nR IIC Gc

Numéro de certificat: 986U

- Exemple 3: Matériel ne produisant pas d'étincelles comprenant un relais hermétique.

XYZ Ltd

Modèle Trd

Ex nA nC IIC T4 Gc

Numéro de certificat: 08564

- Exemple 4: Matériel avec enveloppe à respiration limitée comportant un ballast encapsulé.

XYZ Ltd

Type 1456

Ex nC nR IIC T3 Gc

Numéro de certificat: 06T56

24.3.1 Marquages d'avertissement

Lorsque l'un des marquages suivants doit être apposé sur le matériel, le texte décrit dans le Tableau 14, à la suite du mot « AVERTISSEMENT », peut être remplacé par un texte équivalent d'un point de vue technique. Des avertissements multiples peuvent être regroupés en un seul avertissement équivalent.

Tableau 14 – Textes de marquage d'avertissement

	Référence	Marquage d'avertissement
a)	9.4	AVERTISSEMENT – NE PAS RETIRER NI REMPLACER DE FUSIBLE SOUS TENSION
b)*	7.3.5, 10.1 b)	AVERTISSEMENT – NE PAS SÉPARER SOUS TENSION
c)*	12.5.2.8	AVERTISSEMENT – SÉPARER UNIQUEMENT DANS UN EMBLACEMENT NON DANGEREUX
d)	24.2	AVERTISSEMENT – NE PAS CHARGER DANS UN EMBLACEMENT DANGEREUX
e)	24.2	AVERTISSEMENT – NE PAS UTILISER DE PILES
f)	20.2.7.2.2	AVERTISSEMENT – NE PAS OUVRIR, MAINTENIR OU UTILISER DANS UN EMBLACEMENT OÙ UNE ATMOSPHÈRE EXPLOSIVE PEUT ÊTRE PRÉSENTE
* Identiques aux marquages d'avertissement de la CEI 60079-0.		

25 Documentation

La documentation s'ajoutant à celle qui est requise dans les documentation et instructions de la CEI 60079-0 doit être fournie lorsque cela est spécifié dans la présente norme. La documentation supplémentaire requise comprend:

- des informations relatives à la protection IP réduite pour les composants (voir 6.3);
- le degré de protection lorsqu'il est fourni par l'installation (voir 6.3.2);
- la base de la conformité des machines tournantes selon la CEI 60034 y compris le service (voir 8.1);
- pour les moteurs de services type S3 à S10, des informations lorsque des mesures spéciales doivent être prises afin de garantir que l'enveloppe d'une grande machine

tournante de puissance assignée supérieure à 100 kW ne contient pas d'atmosphère explosive gazeuse lors du démarrage (voir 8.8.3);

- des informations sur l'entrefer radial (voir 8.7);
- des informations relatives à la base de conformité des luminaires aux paragraphes correspondants de la CEI 60598-2 (voir 11.1);
- des informations lorsque des moyens de limitation de transitoires externes doivent être prévus pour le matériel de faible puissance ne produisant pas d'étincelles (voir Article 13);
- des informations relatives à la fréquence de remplacement des garnitures de joint des enveloppes à respiration limitée (voir 20.2.5);
- des informations sur la température de service en continu (COT) des matériaux, le cas échéant;
- des informations relatives à la nécessité de remplacer les garnitures de joint dans les luminaires lors du remplacement d'une lampe.

26 Instructions

Les instructions doivent être fournies conformément aux exigences de la CEI 60079-0.

Annexe A (informative)

Considérations relatives à la mise en œuvre, à l'installation et aux essais des machines asynchrones Ex « nA »

A.1 Température en surface

Les études et les essais ont démontré que la température à la surface des machines électriques industrielles courantes fonctionnant dans des conditions assignées constantes en pleine charge n'est pas excessive, et que le risque d'inflammation d'un mélange gaz-air inflammable dont la température d'auto-allumage est supérieure à 200 °C est minime. La température à la surface des machines électriques fonctionnant dans des conditions de pleine charge dépasse rarement 155 °C en ce qui concerne le stator (c'est-à-dire température du point chaud isolement classe F) et 200 °C (pour de grosses machines et des petites machines à haut rendement) à 300 °C (pour les petites machines d'une efficacité moindre) en ce qui concerne le rotor. La turbulence de l'air autour des composants du rotor en fonctionnement et la décroissance rapide de la température de celui-ci alors qu'un rotor s'arrête réduit fortement le risque d'inflammation de tous les matériaux, sauf ceux dont la température d'auto-inflammation est basse. La nécessité de prendre des précautions particulières en raison de la température de la surface n'a pas été démontrée pour des machines électriques industrielles courantes destinées à être mises en œuvre dans des environnements où l'atmosphère gazeuse inflammable exige un matériel dont la classe de température est T1, T2, or T3 (c'est-à-dire une température de 200 °C ou une température plus élevée).

Les réchauffeurs anti-condensation, disposés dans les châssis des machines électriques, peuvent généralement être conçus de manière à rester dans la classe de température de la machine; une évaluation supplémentaire de la température n'est donc pas nécessaire.

La détermination de la température de surface maximale en accord avec la CEI 60079-0 peut ne pas toujours nécessiter d'essayer chaque échantillon. Souvent, les données résultant d'essais de prototypes peuvent être extrapolées pour couvrir des modèles supplémentaires d'une série. Dans ce cas, il convient que le rapport d'essai identifie clairement les essais qui ont été écartés et la justification de ce fait.

Les mesures de température de surface des stators et rotors des moteurs peuvent ne pas être nécessaires pour des moteurs de classe de température assignée T1, T2 ou T3, de classe thermique 105(A) ou 130(B), conformément à la CEI 60085. La température de surface de rotor peut être déterminée par des calculs fondés sur l'expérience du constructeur ou par des essais sur prototypes ou échantillons représentatifs avec les facteurs de correction appropriés.

Pour la détermination de la température des rotors des moteurs des classes de température T4, T5 et T6, des méthodes d'essai non destructives peuvent être utilisées. Ces méthodes peuvent inclure l'utilisation de la méthode du glissement du rotor, l'application de peintures ou d'étiquettes thermosensibles, la télémétrie des mesures de capteurs de température montés temporairement sur le rotor. Les températures de surface de rotors de conceptions similaires peuvent être déterminées par des calculs fondés sur l'expérience du constructeur ou par des essais sur prototypes ou échantillons représentatifs avec les facteurs de correction appropriés. Les déterminations des températures des rotors et des paliers exigent des considérations distinctes.

La détermination de la température de service des autres composants telle que définie dans la CEI 60079-0 peut être requise pour des entités tels que les garnitures, les entrées de câble (si elles sont incorporées au moteur), etc.

A.2 Démarrage

Le démarrage (accélération) d'une machine électrique s'effectue dans le cadre d'un fonctionnement normal pour une machine Ex « nA » en service type S1 ou S2, sans restrictions relatives à la fréquence de démarrage mais la température du moteur doit parvenir à un équilibre thermique (froid) avant redémarrage. Les conditions de fonctionnement « normales » relatives aux machines électriques sont réputées être les conditions assignées constantes en pleine charge. Les petits moteurs à cages de rotor coulées ne présentent quasiment aucun risque de constituer une source d'inflammation lors de la période de démarrage du moteur. Les gros moteurs électriques à grande vitesse dotés d'une cage de rotor présentent un risque plus élevé de formation d'étincelles dans l'entrefer de la machine pendant une très courte période de la séquence totale de démarrage.

Pour les machines Ex « nA » de service type S3 à S10, il convient que l'utilisateur d'une machine Ex « nA » tienne compte à la fois de la fréquence de démarrage de la machine pour l'application et des conséquences potentielles d'un phénomène d'inflammation. Des mesures particulières, telles que le recours à une ventilation de prédémarrage ou un démarrage en douceur voire l'utilisation d'une machine faisant appel à un mode différent de protection permettraient de réduire davantage le risque d'inflammation.

A.3 Tension assignée et décharges de surface

A des tensions de service assignées plus élevées du stator, des décharges de surface propagatrices de flamme peuvent se produire, notamment si les surfaces des développantes du stator sont sales. Dans la mesure où les effluves peuvent constituer une source d'inflammation continue, il faut prendre en considération cet effet en fonctionnement normal de la machine.

Selon l'expérience industrielle, des machines électriques correctement entretenues ayant une tension assignée inférieure ou égale à 4 160 V phase-phase ne présentent aucun risque inacceptable d'inflammation due à des décharges de surface des développantes. Pour les tensions supérieures, il convient qu'une machine électrique conforme aux exigences relatives aux Ex « nA » ou celles d'un autre mode de protection soit prise en considération.

Bibliographie

CEI 60034-5, *Machines électriques tournantes – Partie 5: Degrés de protection procurés par la conception intégrale des machines électriques tournantes (code IP) – Classification*

CEI/TS 60034-17, *Machines électriques tournantes – Partie 17: Moteurs à induction à cage alimentés par convertisseurs – Guide d'application*

CEI/TS 60034-18-41, *Machines électriques tournantes – Partie 18-41: Qualification et essais de type des systèmes d'isolation de type I utilisés dans des machines alimentées par convertisseurs de tension*

CEI 60050-411:1996, *Vocabulaire Electrotechnique International – Partie 411: Machines tournantes*

CEI 60050-426, *Vocabulaire Electrotechnique International – Partie 426: Matériel pour atmosphères explosives*

CEI 60068-2-6, *Essais d'environnement – Partie 2-6: Essais – Essai Fc: Vibrations (sinusoïdales)*

CEI 60079-4, *Matériel électrique pour atmosphères explosives gazeuses – Partie 4: Méthode d'essai pour la détermination de la température d'inflammation*

CEI 60079-7:2006, *Atmosphères explosives – Partie 7: Protection de l'équipement par sécurité augmentée « e »*

CEI 60079-17, *Atmosphères explosives – Partie 17: Inspection et entretien des installations électriques*

CEI 60079-18, *Atmosphères explosives – Partie 18: Construction, essais et marquage des Protection du matériel par encapsulage « m »*

CEI 60079-29-2, *Atmosphères explosives – Partie 29-2: Détecteurs de gaz – Sélection, installation, utilisation et maintenance des détecteurs de gaz inflammables et d'oxygène*

CEI 60085, *Isolation électrique – Evaluation et désignation thermiques*

CEI 60297 (toutes parties), *Structures mécaniques pour équipements électroniques – Dimensions des structures mécaniques de la série de 482,6 mm (19 in)*

IEEE Paper No. PCIC-2005-31, D. E. Delaney and M. K. Bruin, "Surface Temperature Test Methods Per IEEE 1349," IEEE Transactions on Industry Applications, vol 43, no. 3, May/June 2007, pp. 821 – 828.

IEEE Paper No. PCIC-98-03, P. S. Hamer, B. M. Wood, R. L. Doughty, R. L. Gravell, R. C. Hasty, S. E. Wallace, and J. O. Tsao, "Flammable Vapor Ignition by Hot Rotor Surfaces Within an Induction Motor – Reality or Not?," IEEE Transactions on Industry Applications, vol 35, no. 1, Jan/Feb 1999, pp. 100 – 113.

API RP2216:2003, *Ignition risk of hydrocarbon liquids and vapors by hot surfaces in the open air*

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