

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

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

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



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2007 IEC, Geneva, Switzerland

All rights reserved. Unless otherwise specified, no part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from either IEC or IEC's member National Committee in the country of the requester.

If you have any questions about IEC copyright or have an enquiry about obtaining additional rights to this publication, please contact the address below or your local IEC member National Committee for further information.

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de la CEI ou du Comité national de la CEI du pays du demandeur.

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

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

About the IEC

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

About IEC publications

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

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

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 It also gives information on projects, withdrawn and replaced publications.

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

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

- Electropedia: www.electropedia.org

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

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

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

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

A propos de la CEI

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

A propos des publications CEI

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

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

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

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

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

- Electropedia: www.electropedia.org

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

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

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

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



IEC 60079-0

Edition 5.0 2007-10

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

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

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

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE **XD**
CODE PRIX

ICS 29.260.20

ISBN 2-8318-9326-7

CONTENTS

FOREWORD.....	8
1 Scope.....	10
2 Normative references	11
3 Terms and definitions	14
4 Equipment grouping	24
4.1 Group I.....	24
4.2 Group II.....	24
4.3 Group III.....	25
4.4 Equipment for a particular explosive atmosphere.....	25
5 Temperatures	25
5.1 Environmental influences	25
5.1.1 Ambient temperature	25
5.1.2 External source of heating or cooling.....	25
5.2 Service temperature	26
5.3 Maximum surface temperature	26
5.3.1 Determination of maximum surface temperature	26
5.3.2 Limitation of maximum surface temperature.....	26
5.3.3 Small component temperature for Group I or Group II electrical equipment	27
6 Requirements for all electrical equipment	28
6.1 General	28
6.2 Mechanical strength of equipment	29
6.3 Opening times	29
6.4 Circulating currents	29
6.5 Gasket retention.....	30
6.6 Electromagnetic and ultrasonic energy radiating equipment	30
6.6.1 Radio frequency sources	30
6.6.2 Lasers or other continuous wave sources	31
6.6.3 Ultrasonic sources	31
7 Non-metallic enclosures and non-metallic parts of enclosures	31
7.1 General.....	31
7.1.1 Applicability	31
7.1.2 Specification of materials.....	31
7.1.3 Plastic materials	32
7.1.4 Elastomeric materials	32
7.2 Thermal endurance	32
7.2.1 Tests for thermal endurance	32
7.2.2 Material selection	32
7.3 Resistance to light.....	33
7.4 Electrostatic charges on external non-metallic materials.....	33
7.4.1 Applicability.....	33
7.4.2 Avoidance of a build-up of electrostatic charge on Group I or Group II electrical equipment	33
7.4.3 Avoidance of a build-up of electrostatic charge on equipment for Group III	35
7.5 Threaded holes	35

8	Metallic enclosures and metallic parts of enclosures.....	35
8.1	Material composition	35
8.1.1	Group I	35
8.1.2	Group II	35
8.1.3	Group III	36
8.2	Threaded holes	36
9	Fasteners	36
9.1	General	36
9.2	Special fasteners.....	36
9.3	Holes for special fasteners	37
9.3.1	Thread engagement	37
9.3.2	Tolerance and clearance	37
9.3.3	Hexagon socket set screws	38
10	Interlocking devices.....	38
11	Bushings	38
12	Materials used for cementing.....	38
13	Ex components.....	39
13.1	General	39
13.2	Mounting	39
13.3	Internal mounting	39
13.4	External mounting	39
14	Connection facilities and termination compartments	39
14.1	General	39
14.2	Termination compartment.....	39
14.3	Type of protection	40
14.4	Creepage and clearance	40
15	Connection facilities for earthing or bonding conductors	40
15.1	Equipment requiring earthing.....	40
15.1.1	Internal.....	40
15.1.2	External.....	40
15.2	Equipment not requiring earthing.....	40
15.3	Size of conductor connection.....	40
15.4	Protection against corrosion	41
15.5	Secureness of electrical connections.....	41
16	Entries into enclosures	41
16.1	General	41
16.2	Identification of entries	41
16.3	Cable glands	41
16.4	Blanking elements	42
16.5	Temperature at branching point and entry point.....	42
16.6	Electrostatic charges of cable sheaths	42
17	Supplementary requirements for rotating electrical machines	43
17.1	Fans and fan hoods.....	43
17.2	Ventilation openings for external fans.....	43
17.3	Construction and mounting of the ventilating systems	44
17.4	Clearances for the ventilating system	44
17.5	Materials for external fans and fan hoods	44
17.6	Equipotential bonding conductors.....	44

18	Supplementary requirements for switchgear	44
18.1	Flammable dielectric	44
18.2	Disconnectors	44
18.3	Group I – Provisions for locking.....	45
18.4	Doors and covers	45
19	Supplementary requirements for fuses	45
20	Supplementary requirements for plugs, socket outlets and connectors	45
20.1	Interlocking	45
20.1.1	Explosive gas atmospheres	46
20.1.2	Explosive dust atmospheres	46
20.2	Energized plugs	46
21	Supplementary requirements for luminaires	46
21.1	General.....	46
21.2	Covers for luminaires of EPL Gb or EPL Db	47
21.3	Covers for luminaires of EPL Gc or EPL Dc.....	47
21.4	Special lamps.....	47
22	Supplementary requirements for caplights and handlights	47
22.1	Group I caplights.....	47
22.2	Group II and Group III caplights and handlights	48
23	Equipment incorporating cells and batteries	48
23.1	General	48
23.2	Batteries	48
23.3	Cell types	48
23.4	Cells in a battery	49
23.5	Ratings of batteries	49
23.6	Interchangeability	49
23.7	Charging of primary batteries.....	49
23.8	Leakage	49
23.9	Connections	49
23.10	Orientation.....	50
23.11	Replacement of cells or batteries.....	50
23.12	Replaceable battery pack	50
24	Documentation	50
25	Compliance of prototype or sample with documents	50
26	Type tests	50
26.1	General.....	50
26.2	Test configuration.....	51
26.3	Tests in explosive test mixtures.....	51
26.4	Tests of enclosures	51
26.4.1	Order of tests	51
26.4.2	Resistance to impact	53
26.4.3	Drop test	54
26.4.4	Acceptance criteria.....	54
26.4.5	Degree of protection (IP) by enclosures.....	54
26.5	Thermal tests	55
26.5.1	Temperature measurement.....	55
26.5.2	Thermal shock test	56
26.5.3	Small component ignition test (Group I and Group II).....	56

26.6	Torque test for bushings.....	57
26.6.1	Test procedure	57
26.6.2	Acceptance criteria.....	58
26.7	Non-metallic enclosures or non-metallic parts of enclosures.....	58
26.7.1	General	58
26.7.2	Test temperatures	58
26.8	Thermal endurance to heat.....	58
26.9	Thermal endurance to cold	59
26.10	Resistance to light	59
26.10.1	Test procedure	59
26.10.2	Acceptance criteria.....	59
26.11	Resistance to chemical agents for Group I electrical equipment.....	59
26.12	Earth continuity	60
26.13	Surface resistance test of parts of enclosures of non-metallic materials.....	61
26.14	Charging tests	62
26.14.1	Introduction	62
26.14.2	Principle of the test	62
26.14.3	Samples and test apparatus	63
26.14.4	Ambient conditions	63
26.14.5	Conditioning	63
26.14.6	Determination of the most efficient charging method	63
26.14.7	Assessment of discharge	65
26.15	Measurement of capacitance	66
26.15.1	Test procedure	66
26.15.2	Acceptance criteria.....	66
27	Routine tests	66
28	Manufacturer's responsibility	66
28.1	Conformity with the documentation.....	66
28.2	Certificate	66
28.3	Responsibility for marking	66
29	Marking	67
29.1	Location	67
29.2	General	67
29.3	Ex marking for explosive gas atmospheres	67
29.4	Ex marking for explosive dust atmospheres	69
29.5	Combined types of protection	70
29.6	Multiple types of protection	70
29.7	Ga using two independent Gb types of protection	71
29.8	Ex components.....	71
29.9	Small equipment and small Ex components	71
29.10	Extremely small equipment and extremely small Ex components	72
29.11	Warning markings.....	72
29.12	Alternate marking of Equipment Protection Levels (EPLs).....	72
29.12.1	Alternate marking of type of protection for explosive gas atmospheres	72
29.12.2	Alternate marking of type of protection for explosive dust atmospheres	73
29.13	Cells and batteries.....	73
29.14	Examples of marking	74

30 Instructions.....	76
30.1 General.....	76
30.2 Cells and batteries	77
Annex A (normative) Supplementary requirements for cable glands	78
Annex B (normative) Requirements for Ex components.....	85
Annex C (informative) Example of rig for resistance to impact test.....	87
Annex D (informative) Introduction of an alternative risk assessment method encompassing “equipment protection levels” for Ex equipment	88
Annex E (informative) Motors supplied by converters.....	93
Bibliography.....	94
Figure 1 – Tolerances and clearance for threaded fasteners.....	37
Figure 2 – Contact surface under head of fastener with a reduced shank.....	38
Figure 3 – Illustration of entry points and branching points	43
Figure 4 – Assembly of test sample for earth-continuity test.....	61
Figure 5 – Test piece with painted electrodes	62
Figure 6 – Rubbing with a pure polyamide or cotton cloth	64
Figure 7 – Discharging of a container with a probe connected to earth via a 0,1 µF capacitor.....	64
Figure 8 – Charging by influence with a d.c. voltage power supply.....	65
Figure A.1 – Illustration of the terms used for cable glands	78
Figure A.2 – Rounded edge of the point of entry of the flexible cable.....	79
Figure C.1 – Example of rig for resistance to impact test	87
Table 1 – Ambient temperatures in service and additional marking	25
Table 2 – Classification of maximum surface temperatures for Group II electrical equipment.....	27
Table 3a – Assessment of temperature classification according to component size at 40°C ambient temperature	28
Table 3b – Assessment of temperature classification according to component size – Variation in maximum power dissipation with ambient temperature	28
Table 4 – Radio frequency power thresholds.....	30
Table 5 – Radio-frequency energy thresholds	30
Table 6 – Limitation of surface areas	34
Table 7 – Diameter or width of long parts.....	34
Table 8 – Limitation of thickness of non-metallic layer	34
Table 9 – Minimum cross-sectional area of protective conductors	41
Table 10 – Primary cells	48
Table 11 – Secondary cells.....	49
Table 12 – Tests for resistance to impact.....	53
Table 13 – Torque to be applied to the stem of bushing used for connection facilities.....	58
Table 14 – Text of warning markings	72
Table B.1 – Clauses with which Ex components shall comply	85

Table D.1 – Traditional relationship of EPLs to zones (no additional risk assessment)..... 90
Table D.2 – Description of risk of ignition protection 91

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

EXPLOSIVE ATMOSPHERES –

Part 0: Equipment – General requirements

FOREWORD

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

International Standard IEC 60079-0 has been prepared by IEC technical committee 31: Equipment for explosive atmospheres.

This fifth edition cancels and replaces the fourth edition, published in 2004, and constitutes a full technical revision.

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

- Requirements for explosive dust atmospheres transferred from IEC 61241-0.
- The marking Group “II” alone has been replaced by “IIA”, “IIB”, or “IIC” as many of the enclosure requirements are now aligned with a specific sub-group.
- Dust groups defined as Group IIIA, IIIB and IIIC.
- Limits for ultrasonic and electromagnetic radiation introduced.
- Remainder of “electrostatic” requirements transferred from IEC 60079-26.
- Equipment protection levels (EPL) introduced.

- Transition of term from “apparatus” to “equipment” (where appropriate).

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

FDIS	Report on voting
31/708/FDIS	31/718/RVD

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

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

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

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

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until the 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 0: Equipment – General requirements

1 Scope

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

Unless modified by one of the standards supplementing this standard, electrical equipment complying with this standard is intended for use in hazardous areas in which explosive atmospheres exist under normal atmospheric conditions of

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

The application of electrical equipment in atmospheric conditions outside this range requires special consideration and may require additional assessment and testing.

NOTE 1 Although the normal atmospheric conditions above give a temperature range for the atmosphere of -20 °C to $+60\text{ °C}$, the normal ambient temperature range for the equipment is -20 °C to $+40\text{ °C}$, unless otherwise specified and marked. See 5.1.1.1.

NOTE 2 In designing equipment for operation in explosive atmospheres under conditions other than the atmospheric conditions given above, this standard may be used for guidance. However, additional testing related specifically to the intended conditions of use is recommended. This is particularly important when the types of protection 'flameproof enclosure "d"' (IEC 60079-1) and 'intrinsic safety "i"' (IEC 60079-11 or IEC 61241-11) are applied.

NOTE 3 Requirements given in this standard result from an ignition hazard assessment made on electrical equipment. The ignition sources taken into account are those found associated with this type of equipment, such as hot surfaces, mechanically generated sparks, thermite reactions, electrical arcing and static electric discharge in normal industrial environments.

NOTE 4 It is acknowledged that, with developments in technology, it may be possible to achieve the objectives of the IEC 60079 series of standards in respect of explosion prevention by methods that are not yet fully defined. Where a manufacturer wishes to take advantage of such developments, this International Standard, as well as other standards in the IEC 60079 series, may be applied in part. It is intended that the manufacturer prepare documentation that clearly defines how the IEC 60079 series of standards has been applied, together with a full explanation of the additional techniques employed. The designation "Ex s" has been reserved to indicate a type of protection that is not defined by the IEC 60079 series of standards, but may be referenced in national requirements.

NOTE 5 Where an explosive gas atmosphere and a combustible dust atmosphere are, or may be, present at the same time, the simultaneous presence of both should be considered and may require additional protective measures.

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

NOTE 6 Such equipment should be subjected to a hazard analysis that identifies and lists all of the potential sources of ignition by the electrical equipment and the measures to be applied to prevent them becoming effective.

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

- IEC 60079-1: Gas – Flameproof enclosures "d";
- IEC 60079-2: Gas – Pressurized enclosures "p";
- IEC 60079-5: Gas – Powder filling "q";
- IEC 60079-6: Gas – Oil immersion "o";
- IEC 60079-7: Gas – Increased safety "e";
- IEC 60079-11: Gas – Intrinsic safety "i";
- IEC 60079-15: Gas – Type of protection "n";
- IEC 60079-18: Gas and Dust – Encapsulation "m";
- IEC 61241-1: Dust – Protection by enclosures "tD";
- IEC 61241-2 (IEC 61241-4): Dust – Pressurization "pD";
- IEC 61241-11: Dust – Intrinsic safety "iD".

NOTE 7 The former requirements of IEC 61241-18, Encapsulation "mD", have been incorporated in IEC 60079-18.

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

IEC 60079-25: Electrical apparatus for explosive gas atmospheres – Part 25: Intrinsically safe systems

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

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

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

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

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

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

2 Normative references

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

IEC 60079-15, *Electrical apparatus for explosive gas atmospheres – Part 15: Construction, test and marking of type of protection "n" electrical apparatus*

IEC 60079-18, *Electrical apparatus for explosive gas atmospheres – Part 18: Construction, test and marking of type of protection encapsulation "m" electrical apparatus*

IEC 60079-25: *Electrical apparatus for explosive gas atmospheres – Part 25: Intrinsically safe systems*

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

IEC 60662, *High-pressure sodium vapour lamps*

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

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

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

IEC 61241-1, *Electrical apparatus for use in the presence of combustible dust – Part 1: Protection by enclosures “tD”*

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

IEC 61241-11, *Electrical apparatus for use in the presence of combustible dust – Part 11: Protection by intrinsic safety “iD”*

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

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

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

ISO 48, *Rubber, vulcanized or thermoplastic – Determination of hardness (hardness between 10 IRHD and 100 IRHD)*

ISO 178, *Plastics – Determination of flexural properties*

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

ISO 4762, *Hexagon socket head cap screws*

ISO 4892-1, *Plastics – Methods of exposure to laboratory light sources – Part 1: General guidance*

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

3 Terms and definitions

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

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

3.1

ambient temperature

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

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

3.2

associated apparatus

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

NOTE Associated apparatus may be either:

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

3.3 cells and batteries

3.3.1 battery

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

3.3.2 capacity

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

3.3.3 cell

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

3.3.4 charging

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

3.3.5 deep discharge

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

3.3.6 inherently safe (ihs) cell (or battery)

primary cell or battery in which the short-circuit current and maximum surface temperature are limited to a safe value by its internal resistance

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

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

NOTE See Tables 10 and 11 which show the maximum open-circuit voltage for acceptable cells.

3.3.8 nominal voltage

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

3.3.9 vented cell or battery

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

3.3.10 primary cell or battery

electrochemical system capable of producing electrical energy by chemical reaction

3.3.11 reverse charging

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

3.3.12

sealed gas-tight cell or battery

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

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

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

3.3.13

sealed valve-regulated cell or battery

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

3.3.14

secondary cell or battery

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

3.3.15

container (battery)

enclosure to contain the battery

NOTE The cover is a part of the battery container.

3.4

bushing

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

3.5

cable gland

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

3.5.1

clamping device

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

3.5.2

compression element

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

3.5.3

sealing ring

ring used in a cable gland or with a conduit entry to ensure the sealing between the entry and the cable or conduit

3.5.4

ex cable gland

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

3.6 certificate

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

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

3.7 conduit entry

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

3.8 connection facilities

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

3.9 continuous operating temperature COT

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

3.10 degree of protection of enclosure IP

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

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

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

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

3.11 dust

generic term including both combustible dust and combustible flyings

3.11.1 combustible dust

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

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

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

3.11.1.1

conductive dust

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

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

3.11.1.2

non-conductive dust

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

3.11.2

combustible flyings

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

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

3.12

dust-tight enclosure

enclosure capable of excluding the ingress of observable dust particle deposits

3.13

dust-protected enclosure

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

3.14

electrical equipment

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

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

3.15

electrical parameters – apparatus with energy limitation

3.15.1

maximum external capacitance

C_o

maximum capacitance that can be connected to the connection facilities of the apparatus without invalidating the type of protection

3.15.2

maximum external inductance

L_o

maximum value of inductance that can be connected to the connection facilities of the apparatus without invalidating the type of protection

3.15.3

maximum input current

I_i

maximum current (peak a.c. or d.c.) that can be applied to the connection facilities of apparatus without invalidating the type of protection

3.15.4

maximum input power

P_i

maximum power that can be applied to the connection facilities of apparatus without invalidating the type of protection

3.15.5**maximum input voltage** U_i

maximum voltage (peak a.c. or d.c.) that can be applied to the connection facilities of apparatus without invalidating the type of protection

3.15.6**maximum internal capacitance** C_i

maximum equivalent internal capacitance of the apparatus which is considered as appearing across the connection facilities

3.15.7**maximum internal inductance** L_i

maximum equivalent internal inductance of the apparatus which is considered as appearing at the connection facilities

3.15.8**maximum output current** I_o

maximum current (peak a.c. or d.c.) in apparatus that can be taken from the connection facilities of the apparatus

3.15.9**maximum output power** P_o

maximum electrical power that can be taken from the apparatus

3.15.10**maximum output voltage** U_o

maximum voltage (peak a.c. or d.c.) that can appear at the connection facilities of the apparatus at any applied voltage up to the maximum voltage

3.15.11**maximum r.m.s. a.c. or d.c. voltage** U_m

maximum voltage that can be applied to the non energy-limited connection facilities of associated apparatus without invalidating the type of protection

3.16**enclosure**

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

3.17**equipment (for explosive atmospheres)**

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

3.18**equipment protection level****EPL**

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

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

3.18.1

EPL Ma

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

3.18.2

EPL Mb

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

3.18.3

EPL Ga

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

3.18.4

EPL Gb

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

3.18.5

EPL Gc

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

3.18.6

EPL Da

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

3.18.7

EPL Db

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

3.18.8

EPL Dc

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

3.19

Ex blanking element

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

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

NOTE 2 Non-threaded blanking elements are not equipment.

3.20

Ex component

part of electrical equipment or a module (other than an Ex cable gland), marked with the symbol “U”, which is not intended to be used alone and requires additional consideration when incorporated into electrical equipment or systems for use in explosive atmospheres

3.21

Ex thread adapter

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

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

3.22

explosive atmosphere

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

3.23

explosive dust atmosphere

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

3.24

explosive gas atmosphere

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

3.25

explosive test mixture

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

3.26

ignition temperature of an explosive gas atmosphere

lowest temperature of a heated surface which, under specified conditions according to IEC 60079-4, will ignite a flammable substance in the form of a gas or vapour mixture with air

3.27

ignition temperature of a dust layer

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

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

3.28

ignition temperature of a dust cloud

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

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

3.29

malfunction

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

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

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

3.29.1

expected malfunction

disturbances or equipment faults which normally occur in practice

3.29.2

rare malfunction

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

3.30

maximum surface temperature

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

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

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

3.31

normal operation

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

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

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

3.32

radio frequencies

3.32.1

averaging time

time over which the threshold power is averaged

3.32.2

continuous transmission

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

3.32.3

pulsed transmission

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

3.32.4**thermal initiation time**

time during which energy deposited by the spark accumulates in a small volume of gas around it without significant thermal dissipation

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

3.32.5**threshold energy** Z_{th}

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

3.32.6**threshold power** P_{th}

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

3.33**rated value**

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

3.34**rating**

set of rated values and operating conditions

3.35**replaceable battery pack**

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

3.36**service temperature**

temperature reached when the equipment is operating at rated conditions

NOTE Each equipment may reach different service temperatures in different parts.

3.37**symbol “U”**

symbol used to denote an Ex component

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

3.38**symbol “X”**

symbol used to denote specific conditions of use

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

3.39**termination compartment**

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

3.40

test, routine

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

3.41

test, type

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

3.42

type of protection

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

3.43

working voltage

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

NOTE 1 Transients are disregarded.

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

4 Equipment grouping

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

4.1 Group I

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

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

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

4.2 Group II

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

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

Group II subdivisions

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

NOTE 1 This subdivision is based on the maximum experimental safe gap (MESG) or the minimum ignition current ratio (MIC ratio) of the explosive gas atmosphere in which the equipment may be installed. (See IEC 60079-12 and IEC 60079-20).

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

4.3 Group III

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

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

Group III subdivisions:

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

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

4.4 Equipment for a particular explosive atmosphere

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

5 Temperatures

5.1 Environmental influences

5.1.1 Ambient temperature

Electrical equipment designed for use in a normal ambient temperature range of -20 °C to $+40\text{ °C}$ does not require marking of the ambient temperature range. However, electrical equipment designed for use in other than this normal ambient temperature range is considered to be special. The marking shall then include either the symbol T_a or T_{amb} together with both the upper and lower ambient temperatures or, if this is impracticable, the symbol “X” shall be used to indicate specific conditions of use that include the upper and lower ambient temperatures. See item e) of 29.2 and Table 1.

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

Table 1 – Ambient temperatures in service and additional marking

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

5.1.2 External source of heating or cooling

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

NOTE 1 The way in which these ratings are expressed will vary according to the nature of the source. For sources generally larger than the equipment, the maximum or minimum temperature will usually be sufficient. For sources generally smaller than the equipment, or for heat conduction through thermal insulation, the rate of heat flow may be appropriate.

NOTE 2 The influence of radiated heat may need to be considered on the final installation. See IEC 60079-14.

5.2 Service temperature

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

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

5.3 Maximum surface temperature

5.3.1 Determination of maximum surface temperature

Maximum surface temperature shall be determined according to 26.5.1 or the specific requirement of the standard for the type of protection, and when the equipment is subjected to maximum ambient temperature and, where relevant, the maximum rated external source of heating.

5.3.2 Limitation of maximum surface temperature

5.3.2.1 Group I electrical equipment

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

This maximum surface temperature shall not exceed

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

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

5.3.2.2 Group II electrical equipment

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

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

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

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

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

5.3.2.3 Group III electrical equipment

5.3.2.3.1 Maximum surface temperature determined without a dust layer

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

- the maximum surface temperature assigned;
- the layer or cloud ignition temperature of the specific combustible dust for which it is intended.

5.3.2.3.2 Maximum surface temperature with respect to dust layers

In addition to the maximum surface temperature required in 5.3.2.3.1, the maximum surface temperature may also be determined for a given depth of layer, T_L , of dust surrounding all sides of the apparatus, unless otherwise specified in the documentation, and marked with the symbol “X” to indicate this specific condition of use in accordance with item d) of 29.4.

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

NOTE 2 Additional information on the application of equipment where dust layers up to 50 mm may accumulate on the equipment is given in IEC 61241-14.

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

The maximum surface temperature shall not exceed the temperature class unless subjected to the following.

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

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

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

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

Table 3b – Assessment of temperature classification according to component size – Variation in maximum power dissipation with ambient temperature

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

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

For surface areas of not more than 1 000 mm², the surface temperature may exceed that for the temperature class marked on the Group II electrical equipment or the corresponding maximum surface temperature for Group I electrical equipment, if there is no risk of ignition from these surfaces, with a safety margin of

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

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

NOTE During the tests, the safety margin may be provided by increasing the ambient temperature.

6 Requirements for all electrical equipment

6.1 General

Electrical equipment and Ex Components shall

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

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

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

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

NOTE 3 It is not a requirement of this standard that a certification body check compliance with this requirement. The manufacturer should indicate compliance by marking the equipment or component in accordance with Clause 29 (and by stating the basis of compliance in the documentation, see Clause 28).

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

6.2 Mechanical strength of equipment

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

6.3 Opening times

Enclosures which can be opened more quickly than

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

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

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

shall be marked with one of the following warning markings:

- an enclosure opening delay marking as specified in item a) of 29.11; or
- an enclosure opening marking as specified in item b) of 29.11.

6.4 Circulating currents

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

NOTE 1 Stray magnetic fields can result in significant currents flowing in the enclosure of larger rotating electrical machines, particularly during the starting of motors. It is important to avoid sparking from intermittent interruption of these currents.

NOTE 2 Examples of precautions that can be taken include:

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

Bonding conductors shall be such that they will only conduct through the designed connection points and not through any insulated joints. In order to ensure reliable current transfer without the risk of sparking under adverse operating conditions, such as vibration or corrosion, the bonds shall be protected against corrosion and loosening in accordance with 15.4. Particular care shall be taken with bare flexible conductors in close proximity to the bonded parts.

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

6.5 Gasket retention

Where the degree of protection provided by the enclosure depends on a gasketed joint which is intended to be opened for installation or maintenance purposes, gaskets shall be attached or secured to one of the mating faces to prevent loss, damage or incorrect assembly. The gasket material shall not itself adhere to the other joint face.

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

6.6 Electromagnetic and ultrasonic energy radiating equipment

The energy levels shall not exceed the values given below.

NOTE Additional guidance on the application of higher power radiating sources can be found in CLC/TR50427.

6.6.1 Radio frequency sources

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

Table 4 – Radio frequency power thresholds

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

NOTE The same values are applied for Ma, Mb, Ga, Gb, Gc, Da, Db, or Dc equipment due to the large safety factors involved.

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

Table 5 – Radio-frequency energy thresholds

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

6.6.2 Lasers or other continuous wave sources

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

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

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

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

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

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

- 10 mW/mm² or 35 mW for continuous wave lasers and other continuous wave sources, and
- 0,5 mJ/mm² for pulse lasers or pulse light sources.

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

6.6.3 Ultrasonic sources

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

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

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

7.1 General

7.1.1 Applicability

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

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

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

NOTE 2 Non-metallic paints, films, foils, and plates are typically attached to external surfaces of enclosures to provide additional environmental protection. Their ability to store an electrostatic charge is addressed by this clause.

7.1.2 Specification of materials

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

7.1.3 Plastic materials

The specification for plastic materials shall include the following:

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

The data by which these characteristics are defined shall be supplied.

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

7.1.4 Elastomeric materials

The specification for elastomeric materials shall include the following:

- a) the name of the manufacturer;
- b) the exact and complete reference of the material, including its colour, percentage of fillers and any other additives, if used;
- c) the possible surface treatments, such as varnishes, etc.;
- d) the continuous operating temperature (COT). As an alternative to the COT, the relative thermal index (RTI – mechanical impact) may be determined in accordance with ANSI/UL 746B.

The data by which these characteristics are defined shall be supplied.

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

7.2 Thermal endurance

7.2.1 Tests for thermal endurance

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

7.2.2 Material selection

The plastic materials shall have a temperature index "TI" corresponding to the 20 000 h point or RTI – mechanical of at least 20 K greater than the temperature of the hottest point of the enclosure or the part of the enclosure (see 26.5.1), having regard to the maximum ambient temperature in service.

The elastomeric materials shall have a continuous operating temperature (COT) below, or equal to, the minimum service temperature and at least 20 K above the maximum service temperature.

7.3 Resistance to light

The resistance to light of the enclosures, or parts of enclosures, of non-metallic materials shall be satisfactory (see 26.10).

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

If the equipment is protected from light (for example, daylight or light from luminaires) when installed, and, in consequence, the test is not carried out, the equipment shall be marked by the symbol "X" to indicate this specific condition of use according to item e) of 29.2.

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

7.4 Electrostatic charges on external non-metallic materials

7.4.1 Applicability

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

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

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

- a) by suitable selection of the material so that surface resistance is $\leq 10^9 \Omega$ tested according to 26.13;
- b) by limitation of the surface area of non-metallic parts of enclosures as shown in Table 6.

The surface area is defined as follows:

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

NOTE 1 The values for surface area can be increased by a factor of four if the exposed area of non-metallic material is surrounded by conductive earthed frames.

Alternatively, for long parts with non-metallic surfaces, such as tubes, bars, or ropes, the surface area need not be considered, but the diameters or widths shall not exceed the values shown in Table 7. Cables for connection of external circuits are not considered to fall under this requirement. See 16.6.

- c) by limitation of a non-metallic layer bonded to a conductive surface. The thickness of the non-metallic layer shall not exceed the values shown in Table 8;
- d) by limitation of the transferred charge using the test method described in 26.14;
- e) by the inability to store a dangerous charge by measurement of capacitance when tested in accordance with the test method in 26.15;
- f) by provision of a conductive coating. Non-metallic surfaces may be covered with a bonded durable conductive coating. The resistance between coating and the point of bond shall not exceed $10^9 \Omega$. The resistance shall be measured in accordance with 26.13 but using a 100 mm^2 electrode at the worst case position of the surface and the point of bond. The equipment shall be marked "X" in accordance with item e) of 29.2 and the documentation

shall provide guidance on the use of the bonding connection and provide information to enable the user to decide on the durability of the coating material with respect to the environmental conditions;

- g) for electrical equipment intended for fixed installations, the precautions to avoid risk from electrostatic discharge may form part of the intended installation or be a feature of the process in which the equipment is mounted. In this case, the equipment shall be marked "X" in accordance with item e) of 29.2 and the documentation shall indicate all the necessary information to ensure the installation minimizes the risk from electrostatic discharge. Where practicable, the equipment shall also be marked with the electrostatic charge warning given in item g) of 29.11.

NOTE 2 Care should be taken when selecting the use of a warning label for static risk control. In many industrial applications, especially coal mining, it is highly likely that warning labels may become illegible through the deposition of dusts. If this is the case, it is possible that the act of cleaning the label may cause a static discharge.

NOTE 3 When selecting electrical insulating materials, attention should be paid to maintaining a minimum insulation resistance to avoid problems arising from touching exposed non-metallic parts that are in contact with live parts.

Table 6 – Limitation of surface areas

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

Table 7 – Diameter or width of long parts

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

Table 8 – Limitation of thickness of non-metallic layer

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

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

Equipment of plastic material shall be so designed that under normal conditions of use, danger of ignition due to propagating brush discharges is avoided. This can be achieved by not using plastic, which is covering a conductive material. If however the plastic is covering a conductive material the plastic shall have one or more of the following characteristics:

- a) surface resistance $\leq 10^9 \Omega$ tested according to 26.13;
- b) a breakdown voltage ≤ 4 kV (measured across the thickness of the insulating material according to the method described in IEC 60243-1);
- c) a thickness ≥ 8 mm of the external insulation on metal parts;

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

- d) by limitation of the transferred charge using the test method described in 26.14;
- e) by the inability to store a dangerous charge by measurement of capacitance when tested in accordance with the test method in 26.15.

7.5 Threaded holes

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

8 Metallic enclosures and metallic parts of enclosures

8.1 Material composition

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

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

8.1.1 Group I

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

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

The above requirement need not apply to Group I portable measuring equipment, but this equipment shall then be marked "X" in accordance with item e) of 29.2 and the specific condition of use shall indicate the special precautions to be applied during storage, transportation and use.

8.1.2 Group II

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

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

7,5 % magnesium and titanium;

- for EPL Gc

no requirements except for fans, fanhoods and ventilating screens, which shall comply with the requirements for EPL Gb.

When the 10 % in total of aluminium, magnesium, titanium and zirconium limit is exceeded for equipment of EPL Ga, the equipment shall be marked with an "X" in accordance with item e) of 29.2 and the specific conditions of use shall contain sufficient information to enable the user to determine the suitability of the equipment for the particular application, for example, to avoid an ignition hazard due to impact or friction.

8.1.3 Group III

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

- for EPL Da

7,5 % in total of magnesium and titanium;

- for EPL Db

7,5 % in total of magnesium and titanium;

- for EPL Dc

no requirements except for fans, fanhoods and ventilating screens, which shall comply with the requirements for EPL Db.

8.2 Threaded holes

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

9 Fasteners

9.1 General

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

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

9.2 Special fasteners

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

- the thread shall be a metric thread of coarse pitch in accordance with ISO 262, with a tolerance fit of 6g/6H in accordance with ISO 965-1 and ISO 965-3;
- the head of the screw or nut shall be in accordance with ISO 4014, ISO 4017, ISO 4032, ISO 4762, or ISO 7380, and, in the case of hexagon socket set screws, ISO 4026, ISO 4027, ISO 4028 or ISO 4029; Other heads of a screw or nut are permitted if the equipment is marked "X" in accordance with item e) of 29.2 and the specific condition of use shall fully specify the fasteners and indicate that the fasteners shall only be replaced with identical ones;
- the holes in the electrical equipment shall comply with the requirements of 9.3.

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

9.3 Holes for special fasteners

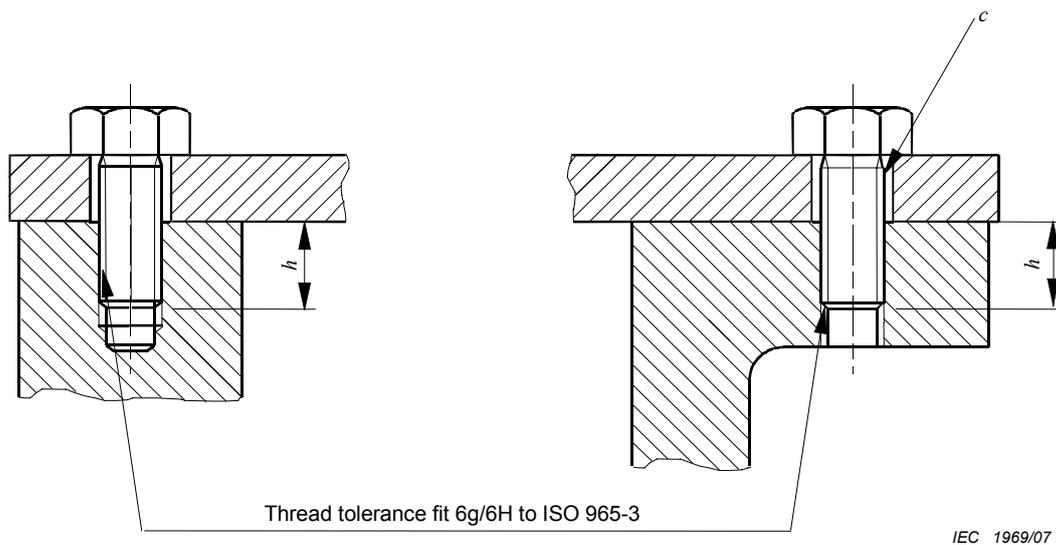
9.3.1 Thread engagement

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

9.3.2 Tolerance and clearance

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

- the hole under the head of the associated fastener shall allow a clearance not greater than a medium tolerance class of H13 in accordance with ISO 286-2 (see Figure 1 and ISO 273); or
- the hole under the head (or nut) of an associated reduced shank fastener shall be threaded to enable the fastener to be retained. The dimensions of the threaded hole shall be such that the surrounding surface in contact with the head of such a fastener shall be at least equal to that of a fastener without a reduced shank in a clearance hole (see Figure 2).

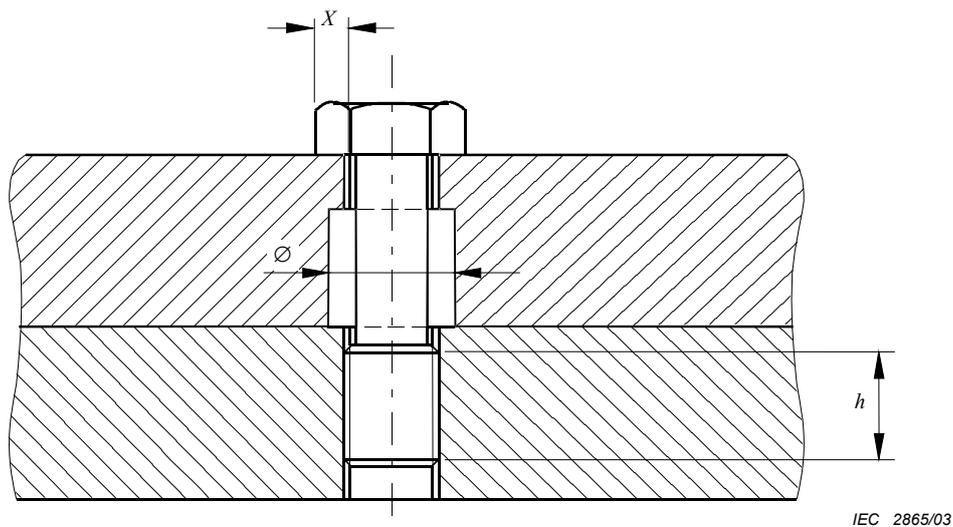


Key

$h \geq$ major diameter of the thread of the fastener

$c \leq$ maximum clearance permitted by tolerance of fit H13 of ISO 286-2

Figure 1 – Tolerances and clearance for threaded fasteners



Key

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

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

9.3.3 Hexagon socket set screws

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

10 Interlocking devices

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

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

11 Bushings

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

The relevant torque test is specified in 26.6.

12 Materials used for cementing

The documents, according to Clause 24, shall testify that for the intended operating conditions, the materials used for cementing on which the type of protection depends, have a thermal stability adequate for the minimum and maximum temperatures to which they shall be subjected, within the rating of the electrical equipment.

The thermal stability shall be considered adequate if the limiting values for the continuous operating temperature (COT) of the material are below, or equal to, the lowest service temperature and at least 20 K above the maximum service temperature.

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

13 Ex components

13.1 General

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

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

13.2 Mounting

Ex components may be mounted:

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

13.3 Internal mounting

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

13.4 External mounting

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

14 Connection facilities and termination compartments

14.1 General

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

14.2 Termination compartment

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

14.3 Type of protection

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

14.4 Creepage and clearance

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

15 Connection facilities for earthing or bonding conductors

15.1 Equipment requiring earthing

15.1.1 Internal

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

15.1.2 External

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

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

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

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

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

15.2 Equipment not requiring earthing

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

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

15.3 Size of conductor connection

Protective earthing connection facilities shall allow for the effective connection of at least one conductor with a cross-sectional area given in Table 9.

Table 9 – Minimum cross-sectional area of protective conductors

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

Equipotential bonding connection facilities on the outside of electrical equipment shall provide effective connection of a conductor with a cross-sectional area of at least 4 mm².

15.4 Protection against corrosion

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

15.5 Secureness of electrical connections

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

NOTE The material and dimensions of the earth continuity plate should be appropriate for the anticipated fault current.

16 Entries into enclosures

16.1 General

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

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

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

16.2 Identification of entries

The manufacturer shall specify, in the documents submitted according to Clause 24, the entries, their position on the equipment and the number permitted. The thread form (for example, metric or NPT) of threaded entries shall be marked on the equipment or shall appear in the installation instructions (see Clause 30).

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

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

16.3 Cable glands

Cable glands, when installed in accordance with the instructions required by Clause 30, shall not invalidate the specific characteristics of the type of protection of the electrical equipment

on which they are mounted. This shall apply to the whole range of cable dimensions specified by the manufacturer of the cable glands as suitable for use with those glands. Cable glands may form an integral part of the equipment, i.e. one major element or part forms an inseparable part of the enclosure of the equipment. In such cases, the glands shall be tested with the equipment.

NOTE Cable glands, which are separate from, but installed with, the equipment are usually tested separately from the equipment but may be tested together with the equipment if the equipment manufacturer so requests.

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

16.4 Blanking elements

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

16.5 Temperature at branching point and entry point

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

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

16.6 Electrostatic charges of cable sheaths

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

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

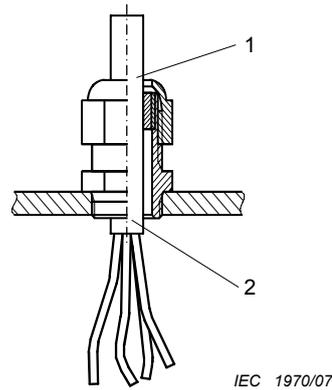


Figure 3a – Cable gland

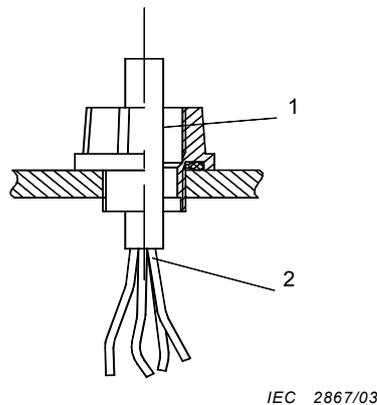


Figure 3b – Conduit entry

Key

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

Figure 3 – Illustration of entry points and branching points**17 Supplementary requirements for rotating electrical machines****17.1 Fans and fan hoods**

External shaft-driven cooling fans of rotating electrical machines shall be enclosed by a fan hood which is not considered to be part of the enclosure of the electrical equipment. Such fans and fan hoods shall meet the requirements of 17.2 to 17.5.

17.2 Ventilation openings for external fans

The degree of IP protection of ventilation openings for external fans of rotating electrical machines shall be at least:

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

according to IEC 60034-5.

For vertical rotating electrical machines, foreign objects shall be prevented from falling into the ventilation openings. For Group I rotating electrical machines, the degree of protection IP10 is adequate only when the openings are designed or arranged so that foreign objects with dimensions above 12,5 mm cannot be carried onto the moving parts of the machine either by falling vertically or by vibration.

17.3 Construction and mounting of the ventilating systems

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

17.4 Clearances for the ventilating system

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

17.5 Materials for external fans and fan hoods

Except for fans fitted to Group II rotating electrical machines and having a peripheral speed of below 50 m/s, external fans, fan hoods and ventilation screens shall have a surface resistance not exceeding $10^9 \Omega$, measured in accordance with 26.13.

The thermal stability of non-metallic materials shall be considered adequate if the TI specified by the manufacturer of the non-metallic material exceeds the maximum temperature to which the material is subjected in service (within the rating) by at least 20 K.

The external fans, fan hoods, ventilation screens, of rotating electrical machines, manufactured from materials containing light metals shall comply with Clause 8.

17.6 Equipotential bonding conductors

NOTE Stray magnetic fields can result in significant currents flowing in the enclosures of larger rotating electrical machines, particularly during the starting of motors. It is particularly important to avoid sparking from intermittent interruption of these currents.

Depending on the design and rating of the machine, the manufacturer shall specify the cross-sectional area and construction of equipotential bonding conductors which shall be fitted across enclosure joints, symmetrically placed with respect to the axis of the shaft.

The bonds shall be installed in accordance with the requirements of 6.4.

18 Supplementary requirements for switchgear

18.1 Flammable dielectric

Switchgear shall not have contacts immersed in flammable dielectric.

18.2 Disconnectors

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

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

Any interlock between the disconnector and the cover or door of the switchgear shall allow this cover or door to be opened only when the separation of the disconnector contacts is effective.

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

- be electrically or mechanically interlocked with a suitable load breaking device, or
- for Group II equipment only, be marked at a place near the actuator of the disconnecter, with the operation under load marking given in item c) of 29.11.

18.3 Group I – Provisions for locking

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

18.4 Doors and covers

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

- a) be interlocked with a disconnector which prevents access to the interior, unless it has been operated to disconnect unprotected internal circuits; or
- b) be marked with the enclosure opening marking of item d) of 29.11.

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

- 1) one of the appropriate types of protection listed in Clause 1; or
- 2) protection as follows:
 - clearances and creepage distances between phases (poles) and to earth in accordance with the requirements of IEC 60079-7; and
 - an internal supplementary enclosure which contains the energized parts and provides a degree of protection of at least IP20, according to IEC 60529; and
 - marking on the internal supplementary enclosure as required by item h) of 29.11.

19 Supplementary requirements for fuses

Enclosures containing fuses shall either

- be interlocked so that insertion or removal of replaceable elements can be carried out only with the supply disconnected and so that the fuses cannot be energized until the enclosure is correctly closed, or
- the equipment shall be marked with the enclosure opening marking as required by item d) of 29.11.

20 Supplementary requirements for plugs, socket outlets and connectors

The requirements in 20.1 and 20.2 for socket outlets shall also be applied to connectors.

20.1 Interlocking

Plugs and socket outlets shall be either

- a) interlocked mechanically, or electrically, or otherwise designed so that they cannot be separated when the contacts are energized and the contacts cannot be energized when the plug and socket outlet are separated, or

- b) fixed together by means of special fasteners according to 9.2 and the equipment marked with the separation marking as required by item e) of 29.11.

Where they cannot be de-energized before separation because they are connected to a battery, the marking shall state the separation warning required by item f) of 29.11.

20.1.1 Explosive gas atmospheres

It is not necessary for plugs and socket outlets of EPL Gb, where the rated current of a single pin does not exceed 10 A and rated voltage between any two pins does not exceed either 254 V a.c. or 60 V d.c., to comply with the requirements of this subclause if all of the following conditions are met:

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

20.1.2 Explosive dust atmospheres

It is not necessary for plugs and socket outlets of EPL Db or EPL Dc, where the rated current of a single pin does not exceed 10 A and rated voltage between any two pins does not exceed either 254 V a.c. or 60 V d.c., to comply with the requirements of this subclause if all the following conditions are met:

- the part which remains energized is a socket outlet;
- the plug and socket outlet break the rated current with delayed release to permit the arc to be extinguished before separation;
- the plug and socket outlet shall comply with type of protection “t” according to IEC 60079-31 during the arc-quenching period.

20.2 Energized plugs

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

21 Supplementary requirements for luminaires

21.1 General

The source of light of luminaires shall be protected by a light-transmitting cover that may be provided with an additional guard. Dependent on the size of the openings in a guard, the tests according to 26.4.2 Table 12 are to be applied as follows:

- Guard openings greater than 2 500 mm²; tests a) and c) of Table 12.
- Guard openings between 625 mm² and 2 500 mm²; tests a), b) and d) of Table 12.
- Guard openings less than 625 mm²; tests a) and b) of Table 12.
- No guard; tests a) and c) of Table 12.

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

21.2 Covers for luminaires of EPL Gb or EPL Db

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

- a) interlocked with a device which automatically disconnects all poles of the lampholder as soon as the cover opening procedure begins, or
- b) marked with the opening marking as required by item d) of 29.11.

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

- 1) one of the appropriate types of protection listed in Clause 1, or
- 2) the means of protection given below:
 - the disconnecting device shall be so arranged that it cannot be operated manually to inadvertently energize unprotected parts; and
 - clearances and creepage distances between phases (poles) and to earth in accordance with the requirements of IEC 60079-7; and
 - an internal supplementary enclosure, which can be the reflector for the light source, which contains the energized parts and provides a degree of protection of at least IP20, according to IEC 60529; and
 - marking on the internal supplementary enclosure as required by item h) of 29.11.

21.3 Covers for luminaires of EPL Gc or EPL Dc

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

- a) interlocked with a device which automatically disconnects all poles of the lampholder as soon as the cover opening procedure begins, or
- b) marked with the opening marking as required by item d) of 29.11.

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

- clearances and creepage distances between phases (poles) and to earth in accordance with the requirements of IEC 60664-1 with over-voltage category II and pollution degree 3; and
- an internal supplementary enclosure, which can be the reflector for the light source, which contains the energized parts and provides a degree of protection of at least IP20, according to IEC 60529; and
- marking on the internal supplementary enclosure as required by item h) of 29.11.

21.4 Special lamps

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

22 Supplementary requirements for caplights and handlights

22.1 Group I caplights

NOTE The requirements for caplights for use in mines susceptible to firedamp are contained in IEC 62013-1.

22.2 Group II and Group III caplights and handlights

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

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

23 Equipment incorporating cells and batteries

23.1 General

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

23.2 Batteries

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

23.3 Cell types

Only cell types referred to in published IEC cell standards having known characteristics shall be used. Tables 10 and 11 below list cells for which suitable standards either exist or are to be produced.

Table 10 – Primary cells

IEC 60086-1 type	Positive electrode	Electrolyte	Negative electrode	Nominal voltage V	Maximum open-circuit voltage V
-	Manganese dioxide	Ammonium chloride, zinc chloride	Zinc	1,5	1,73
A	Oxygen	Ammonium chloride, zinc chloride	Zinc	1,4	1,55
B	Carbon monofluoride	Organic electrolyte	Lithium	3	3,7
C	Manganese dioxide	Organic electrolyte	Lithium	3	3,7
E	Thionyl chloride (SOCl ₂)	Non-aqueous inorganic	Lithium	3,6	3,9
F	Iron disulfide (FeS ₂)	Organic electrolyte	Lithium	1,5	1,83
G	Copper (II) oxide (CuO)	Organic electrolyte	Lithium	1,5	2,3
L	Manganese dioxide	Alkali metal hydroxide	Zinc	1,5	1,65
P	Oxygen	Alkali metal hydroxide	Zinc	1,4	1,68
S	Silver oxide (Ag ₂ O)	Alkali metal hydroxide	Zinc	1,55	1,63
T	Silver oxide (AgO, Ag ₂ O)	Alkali metal hydroxide	Zinc	1,55	1,87
^a	Sulphur dioxide	Non-aqueous organic salt	Lithium	3,0	3,0
^a	Mercury	Alkali metal hydroxide	Zinc	Data awaited	Data awaited

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

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

Table 11 – Secondary cells

Relevant IEC standard type	Type	Electrolyte	Nominal voltage V	Maximum open-circuit voltage V
Type K IEC 61056-1 IEC 60095-1	Lead-acid (WET) Lead-acid (DRY)	Sulphuric acid (SG 1,25)	2,2 2,2	2,67 2,35
Type K IEC 61951-1 IEC 60623 IEC 60622	Nickel-cadmium	Potassium hydroxide (SG 1,3)	1,2	1,55
^a	Nickel-iron	Potassium hydroxide (SG1,3)	Data awaited	1,6
^a	Lithium	Non-aqueous organic salt	Data awaited	Data awaited
IEC 61951-2	Nickel metal hydride	Potassium hydroxide	1,2	1,5
^a May only be used if an IEC cell standard exists.				

23.4 Cells in a battery

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

23.5 Ratings of batteries

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

23.6 Interchangeability

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

23.7 Charging of primary batteries

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

23.8 Leakage

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

23.9 Connections

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

23.10 Orientation

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

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

23.11 Replacement of cells or batteries

Where it is necessary for the user to replace cells or batteries contained within an enclosure, the relevant parameters to allow correct replacement shall be legibly and durably marked on or inside the enclosure as detailed in 29.12, or detailed in the manufacturer's instructions in accordance with 30.2. That is, either the manufacturer's name and part number, or the electrochemical system, nominal voltage and rated capacity.

23.12 Replaceable battery pack

Where it is intended for the user to replace the battery pack, the battery pack shall be legibly and durably marked on the outside of the battery pack as detailed in 29.12.

Replaceable battery packs shall be either:

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

24 Documentation

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

25 Compliance of prototype or sample with documents

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

26 Type tests

26.1 General

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

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

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

26.2 Test configuration

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

26.3 Tests in explosive test mixtures

IEC 60079 series states if such tests are required and specifies the explosive test mixtures to be used.

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

26.4 Tests of enclosures

26.4.1 Order of tests

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

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

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

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

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

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

Tests for non-metallic enclosures or non-metallic parts of enclosures shall be performed in the following order.

26.4.1.2.1 Group I electrical equipment

The tests shall be made on samples as follows:

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

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

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

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

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

26.4.1.2.2 Group II and Group III electrical equipment

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

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

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

26.4.2 Resistance to impact

The electrical equipment shall be submitted to the effect of a test mass of 1 kg falling vertically from a height h . The height h is specified in Table 12 according to the application of the electrical equipment. The mass shall be fitted with an impact head made of hardened steel in the form of a hemisphere of 25 mm diameter.

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

The resistance to impact test shall be made on electrical equipment which is completely assembled and ready for use; however, if this is not possible (for example, for light-transmitting parts), the test shall be made with the relevant parts removed but fixed in their mounting or an equivalent frame. Tests on an empty enclosure are permitted with appropriate justification in the documentation (see Clause 24).

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

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

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

Table 12 – Tests for resistance to impact

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

When, at the request of the manufacturer, electrical equipment is submitted to tests corresponding to the low risk of mechanical danger, it shall be marked with the symbol “X” to indicate this specific condition of use in accordance with item e) of 29.2.

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

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

26.4.3 Drop test

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

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

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

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

26.4.4 Acceptance criteria

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

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

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

26.4.5 Degree of protection (IP) by enclosures

26.4.5.1 Test procedure

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

When tested in accordance with IEC 60529,

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

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

26.4.5.2 Acceptance criteria

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

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

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

26.5 Thermal tests

26.5.1 Temperature measurement

26.5.1.1 General

For electrical equipment which can normally be used in different positions, the temperature in each position shall be considered. When the temperature is determined for certain positions only, the electrical equipment shall be marked with the symbol “X” to indicate this specific condition of use according to item e) of 29.2.

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

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

The temperature of the hottest point of any enclosure, or part of enclosure, of non-metallic material (see 7.1.4) shall be determined.

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

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

26.5.1.2 Service temperature

The test to determine service temperatures shall be made at the rating of the electrical equipment, with the exception of the test to determine the maximum surface temperature.

26.5.1.3 Maximum surface temperature

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

For electrical machines, determination of the maximum surface temperature may alternatively be conducted at the worst case test voltage within “Zone A” per IEC 60034-1. In this case, the equipment shall be marked with the symbol “X” in accordance with item e) of 29.2 and the

specific condition of use shall include the information that the surface temperature determination was based on operation within “Zone A” (IEC 60034-1), typically $\pm 5\%$ of rated voltage.

NOTE 1 Where the input voltage does not directly effect the temperature rise of the equipment or Ex component, such as a terminal or a switch, the test current may need to be increased to 110 % of the rated current to simulate the increase in current that would occur with an increase of the input voltage during final application of the equipment.

NOTE 2 Where equipment rating is a range (e.g. 90-264 V), the testing should be performed at the rated condition likely to be most arduous or, if the most arduous condition cannot be determined, at all rated conditions. For example, when determining surface temperature the test should be performed at 90% of the lowest voltage in the range and at 110% of the highest voltage in the range. When determining service temperature, the test should be performed at both the highest and lowest voltage in the range.

NOTE 3 Unless the manufacturer has specified a range of supply frequencies, it may be assumed that normal tolerances both of the supply in use and of the supply for test purposes is sufficiently small to be ignored.

The measured maximum surface temperature shall not exceed:

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

The result shall be corrected for the maximum ambient temperature specified in the rating. The measurement of temperatures as prescribed in this standard, and in the specific standards for the types of protection concerned, shall be made in still ambient air, with the electrical equipment mounted in its normal service position.

26.5.2 Thermal shock test

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

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

26.5.3.1 General

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

26.5.3.2 Procedure

The test shall be carried out with the component either

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

The component shall be tested under normal operation, or under the fault conditions specified in the standard for the type of protection which produces the highest value of surface

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

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

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

For T4 temperature classification, the mixture shall be either

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

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

26.5.3.3 Acceptance criteria

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

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

26.6 Torque test for bushings

26.6.1 Test procedure

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

The stem in the bushing, or the bushing when mounted, shall be subjected to a torque of the value given in Table 13.

Table 13 – Torque to be applied to the stem of bushing used for connection facilities

Diameter of the stem of the bushings	Torque Nm
M 4	2,0
M 5	3,2
M 6	5
M 8	10
M 10	16
M 12	25
M 16	50
M 20	85
M 24	130

NOTE Torque values for sizes other than those specified above may be determined from a graph plotted using these values. In addition, the graph may be extrapolated to allow torque values to be determined for stems of bushings larger than those specified.

26.6.2 Acceptance criteria

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

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

26.7.1 General

In addition to the relevant tests given in 26.1 to 26.6, non-metallic enclosures shall also satisfy the requirements in 26.8 to 26.15, as appropriate.

26.7.2 Test temperatures

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

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

26.8 Thermal endurance to heat

The thermal endurance to heat shall be determined by submitting the enclosures or parts of enclosures in non-metallic materials, on which the integrity of the type of protection depends, to continuous storage for four weeks at $(90 \pm 5) \%$ relative humidity at a temperature of $(20 \pm 2) \text{ K}$ above the maximum service temperature, but at least $80 \text{ }^\circ\text{C}$.

In the case of a maximum service temperature above $75 \text{ }^\circ\text{C}$, the period of four weeks specified above shall be replaced by a period of two weeks at $(95 \pm 2) \text{ }^\circ\text{C}$ and $(90 \pm 5) \%$ relative humidity followed by a period of two weeks in an air oven at a temperature of $(20 \pm 2) \text{ K}$ higher than the maximum service temperature.

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

26.9 Thermal endurance to cold

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

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

26.10 Resistance to light

26.10.1 Test procedure

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

The test shall be made in accordance with ISO 4892-2 in an exposure chamber using a xenon lamp and a sunlight simulating filter system, at a black panel temperature of (65 ± 3) °C. The exposure time shall be at least 1 000 h.

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

26.10.2 Acceptance criteria

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

26.11 Resistance to chemical agents for Group I electrical equipment

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

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

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

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

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

If one or more of the enclosure samples do not withstand these tests of enclosures after exposure to one or more of the chemicals, the enclosure shall be marked with the symbol “X” to indicate this specific condition of use according to item e) of 29.2, i.e. exclusion of exposure to specific chemicals during use.

26.12 Earth continuity

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

The cable gland shall be represented by a 20 mm (nominal) diameter test bar manufactured from brass ($\text{CuZn}_{39}\text{Pb}_3$ or $\text{CuZn}_{38}\text{Pb}_4$) carrying an ISO metric thread with a tolerance class 6g, 1,5 mm pitch in accordance with IEC 60423. The length of the test bar shall ensure that at least one full thread remains free at each end when assembled, as shown in the diagram.

Complete earth plates or parts of earth plates that are intended to be used with the enclosure shall be used for the purpose of this test.

The clearance hole provided in the samples used for the test shall be between 22 mm and 23 mm diameter and the method of assembly shall ensure that the screw thread of the test bar does not make contact directly with the inside of the clearance hole.

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

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

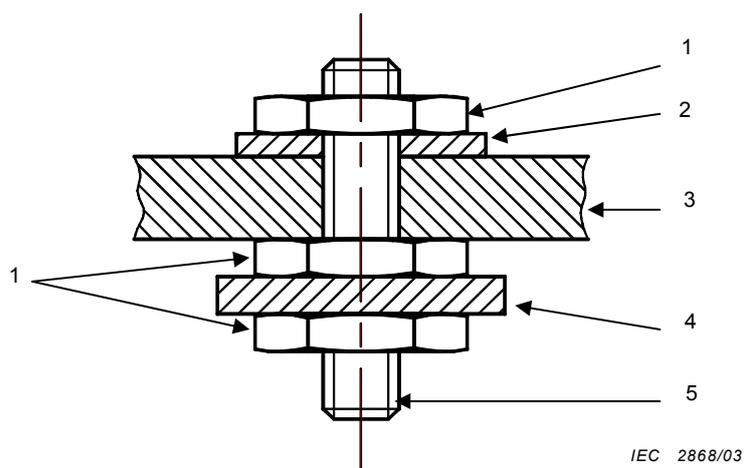
The hole in the wall (or part of the wall or the test sample) may be a plain through-hole or a tapped hole having a thread form compatible with the test bar.

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

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

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

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



Components

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

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

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

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

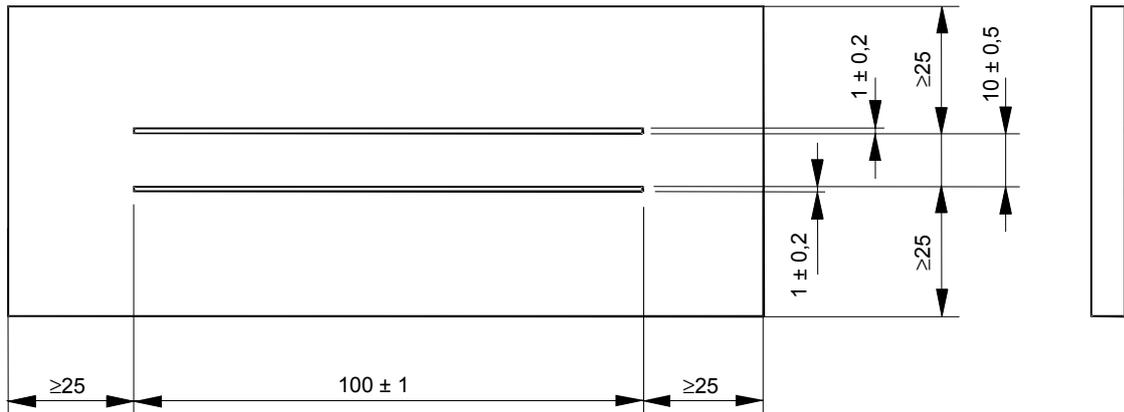
The test piece shall be cleaned with distilled water, then with isopropyl alcohol (or any other solvent that can be mixed with water and will not affect the material of the test piece or the electrodes), then once more with distilled water before being dried. Untouched by bare hands, it shall then be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

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

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

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

Dimensions in millimetres



IEC 2869/03

Figure 5 – Test piece with painted electrodes

26.14 Charging tests

26.14.1 Introduction

This test is performed with the part itself or a 22 500 mm² flat sample of the non-metallic material from which the equipment is constructed.

NOTE The size of the flat sample is relevant because experimental evidence shows that 22 500 mm² is an optimum value for the surface area in terms of charge distribution density. Other factors influencing the validity of the test results are the humidity of the test environment, which should be kept to 30 % RH or less at (23 ± 2) °C to minimize leakage of the electrostatic charge. Also, the size of the spark discharge electrode to produce a single spark is important. If the electrodes are too small, this can lead to multiple discharge sparks and/or corona discharging of lower energy. Therefore, a spherical electrode with a diameter of (15 ± 1) mm is used to produce a single-point discharge spark. Furthermore, the extent of the person's perspiration is also of influence.

26.14.2 Principle of the test

Either the actual sample, or if it is not possible because of its size or shape, a 150 mm × 150 mm × 6 mm plate-shaped sample of the material, shall be conditioned for at least 24 h at (23 ± 2) °C and a relative humidity not higher than 30 % RH. Its surface is then electrically charged, under the same environmental conditions as it was conditioned, by three separate methods. The first method involves rubbing the surface with a polyamide material (for example, polyamide 6,6). The second method involves rubbing the same surface with a cotton cloth and the third method involves exposing the same surface to a high-voltage spray electrode.

After completion of each of the charging methods, the charge Q from a typical surface discharge is measured. This is done by discharging the sample by a hemispherical electrode (10 mm to 15 mm radius) into a known value fixed capacitor C and measuring the voltage V across it. The charge Q is given by the formula $Q = C V$ where C is the value of the fixed capacitor in farads (F) and V is the highest voltage. This procedure is used to find the method that produces the highest measured charge to assess of the incendivity of the discharge according to 26.14.7.

Where there is a general trend of decreasing stored charges during these tests, new samples have to be used for the following tests. The highest value shall be used for the assessment procedure according to 26.14.7.

NOTE In some cases, the properties of the charged material might have altered due to the discharges so that the transferred charge decreases in subsequent tests.

As this kind of experiment may be influenced by, for example, the person's perspiration, it has to be demonstrated by a calibration experiment with a reference material of PTFE that the transferred charge is at least 60 nC.

26.14.3 Samples and test apparatus

The test sample shall be composed of either the actual sample or, if it is not practical because of its size or shape, a 150 mm × 150 mm × 6 mm flat plate of the non-conductive material. The test apparatus shall include the following:

- a) a d.c. high-voltage power supply capable of delivering at least 30 kV;
- b) an electrostatic voltmeter (0 V to 10 V) with a measuring accuracy of ± 10 % or better and an input resistance higher than 10⁹ Ω;
- c) a 0,10 μF capacitor for at least 400 V (0,01 μF is also suitable if the input resistance of the voltmeter is greater than 10¹⁰ Ω);
- d) a cotton cloth large enough to avoid contact between the test sample and the operator's fingers during the rubbing process;
- e) a polyamide cloth large enough to avoid contact between the test sample and the operator's fingers during the rubbing process;
- f) a PTFE handle, or tongs, able to move the test sample without discharging its charged surface;
- g) a flat disk made of PTFE with an area of 22 500 mm² as a highly chargeable reference;
- h) an earth-grounded plate.

26.14.4 Ambient conditions

All the tests shall be conducted in a room with a temperature of (23 ± 2) °C and no more than 30 % relative humidity.

26.14.5 Conditioning

The test piece shall be cleaned with isopropyl alcohol, rinsed with distilled water and dried, for example, in a drying oven at no more than 50 °C. The test piece shall then be stored in the test room for at least 24 h at (23 ± 2) °C.

26.14.6 Determination of the most efficient charging method

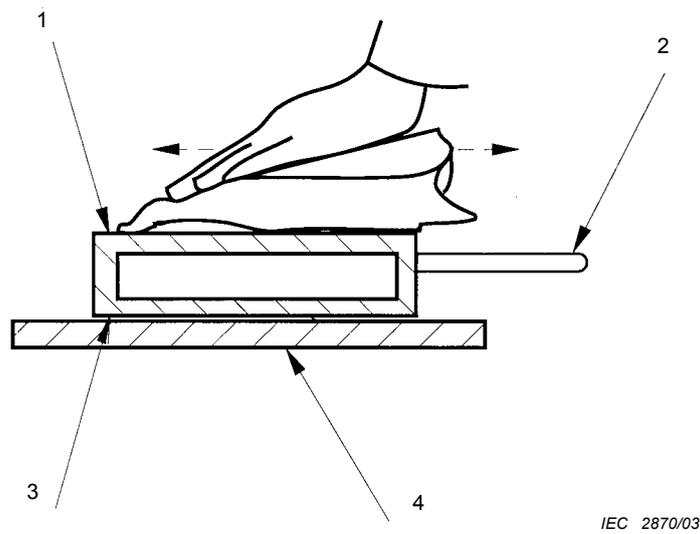
26.14.6.1 Method A: Rubbing with a pure polyamide cloth (Figure 6)

Lay the sample on an isolated plate with its surface upwards. Charge the surface by quickly rubbing it 10 times with the polyamide cloth. The last rub shall finish on the edge of the sample. Discharge the sample by slowly moving the spherical electrode which is connected to a 0,1 μF or 0,01 μF capacitor (Figure 7), towards the test piece until a discharge occurs. The electrode is then to be moved away from the test piece and the resulting voltage across the capacitor measured. The surface charge is given by the formula:

$$Q = CV$$

where V is the voltage across the capacitor at $t = 0$.

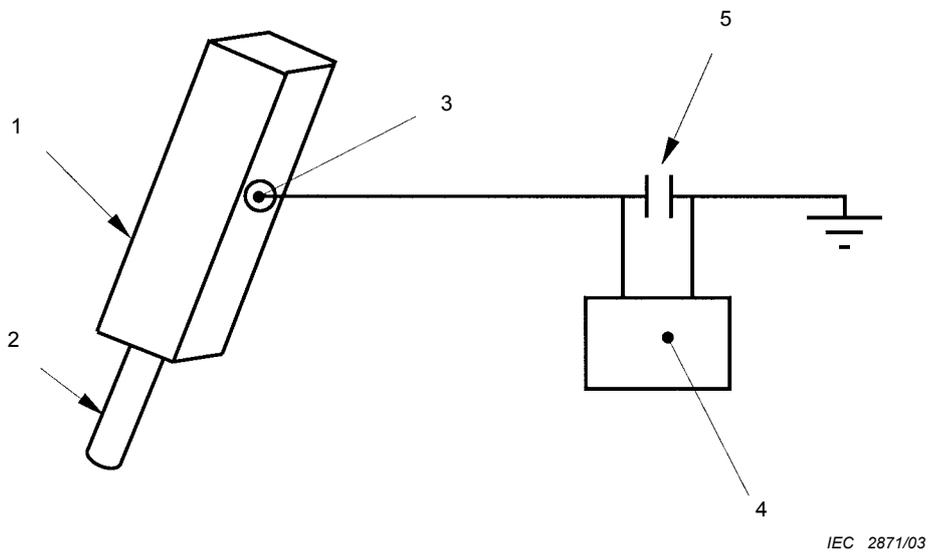
The test shall be repeated 10 times.



Components

- | | |
|----------|---------------|
| 1 face A | 2 PTFE handle |
| 3 face B | 4 PTFE |

Figure 6 – Rubbing with a pure polyamide or cotton cloth



Components

- | | |
|---------------------------------|---------------|
| 1 charged container | 2 PTFE handle |
| 3 hemisphere, 10 - 15 mm radius | 4 voltmeter |
| 5 $C_M = 0,1 \mu F$ | |

Figure 7 – Discharging of a container with a probe connected to earth via a 0,1 μF capacitor

26.14.6.2 Method B: Rubbing with a cotton cloth (Figure 6)

Repeat the procedure given in Method A using a pure cotton cloth instead of the polyamide cloth. The test shall be repeated 10 times. The highest value shall be used for the assessment procedure according to 26.14.7.

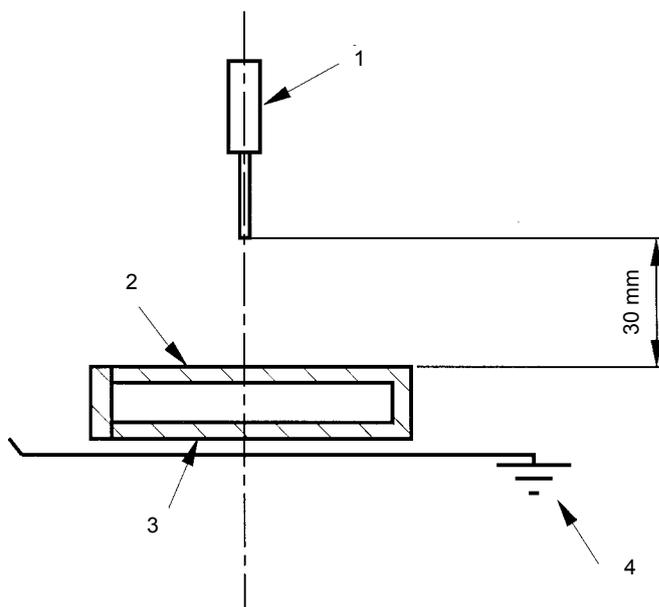
26.14.6.3 Method C: Charging by influence with a d.c. high-voltage power supply (Figure 8)

Position the spray electrode above the test sample 30 mm from the centre of the exposed surface and charge it with a voltage of at least 30 kV between the negative electrode and ground. Move the sample for 1 min in order to charge the whole surface and discharge the sample according to 26.14.6.1. The test shall be repeated 10 times. The highest value shall be used for the assessment procedure according to 26.14.7.

26.14.7 Assessment of discharge

The maximum transferred charge Q of non-conductive enclosure materials shall be less than the following, provided the transferred charge of the reference material lies clearly above 60 nC:

- 60 nC for Group I or IIA equipment;
- 30 nC for Group IIB equipment;
- 10 nC for Group IIC equipment;
- 200 nC for Group III equipment.



IEC 2872/03

Components

- | | |
|-----------------|----------------------------|
| 1 charge needle | 2 face A |
| 3 face B | 4 conducting plate (brass) |

Figure 8 – Charging by influence with a d.c. voltage power supply

26.15 Measurement of capacitance

26.15.1 Test procedure

The test shall be carried out on two fully assembled samples of the electrical equipment. The samples shall be conditioned in a climatic conditioning chamber for at least 1 h at a temperature of (20 ± 2) °C and a relative humidity of (50 ± 5) % RH. The sample under test shall be placed on an earth-grounded metal plate sized approximately 90 mm × 160 mm × 3 mm (but which may be larger if the sample necessitates it). The capacitance between each exposed metallic part on the equipment shall be measured in the range 0 pF to 200 pF with an accuracy of ± 5 % of reading and with connection leads as short as possible but, in any case, less than 1 m. If there are no exposed metallic parts, a test point shall be created by inserting a screw into the position considered to give the most unfavourable results. The position(s) of the equipment shall be that (those) considered to give the most unfavourable results.

26.15.2 Acceptance criteria

The maximum capacitance shall be as follows:

- for Group I equipment 50 pF
- for Group IIA equipment 50 pF
- for Group IIB equipment 15 pF
- for Group IIC equipment 5 pF
- for Group III equipment 10 pF

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

27 Routine tests

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

28 Manufacturer's responsibility

28.1 Conformity with the documentation

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

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

28.2 Certificate

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

28.3 Responsibility for marking

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

- the electrical equipment has been constructed in accordance with the applicable requirements of the relevant standards in safety matters,

- the routine verifications and routine tests in 28.1 have been successfully completed and that the product complies with the documentation.

29 Marking

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

29.1 Location

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

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

NOTE 2 Where the marking is located on a removable part of the equipment, a duplicated marking on the interior of the equipment may be useful during installation and maintenance by helping to avoid confusion with similar equipment. See 29.10 for additional guidance on extremely small equipment and Ex components.

29.2 General

The marking shall include the following:

- a) the name of the manufacturer or his registered trade mark;
- b) the manufacturer's type identification;
- c) a serial number, except for
 - connection accessories (cable glands, blanking element, thread adaptor and bushings);
 - very small electrical equipment on which there is limited space;(The batch number can be considered to be an alternative to the serial number.)
- d) the name or mark of the certificate issuer and the certificate reference in the following form: the last two figures of the year of the certificate followed by a “.” followed by a unique four character reference for the certificate in that year;

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

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

NOTE 2 The manufacturer should ensure that the requirements of the specific conditions of use are passed to the purchaser together with any other relevant information.

- f) the specific Ex marking for explosive gas atmospheres, see 29.3, or for explosive dust atmospheres, see 29.4. The Ex marking for explosive gas atmospheres and explosive dust atmospheres shall be separate and not combined;
- g) any additional marking prescribed in the specific standards for the types of protection concerned, as in Clause 1.

NOTE 3 Additional marking may be required by the applicable industrial safety standards for construction of the electrical equipment.

29.3 Ex marking for explosive gas atmospheres

The Ex marking shall include the following:

- a) the symbol Ex, which indicates that the electrical equipment corresponds to one or more of the types of protection which are the subject of the specific standards listed in Clause 1;

b) the symbol for each type of protection used:

- "d": flameproof enclosure, (for EPL Gb or Mb)
- "e": increased safety, (for EPL Gb or Mb)
- "ia": intrinsic safety, (for EPL Ga or Ma)
- "ib": intrinsic safety, (for EPL Gb or Mb)
- "ic": intrinsic safety, (for EPL Gc)
- "ma": encapsulation, (for EPL Ga or Ma)
- "mb": encapsulation, (for EPL Gb or Mb)
- "mc": *encapsulation, (for EPL Gc) – Under Consideration*
- "nA": non-sparking, (for EPL Gc)
- "nC": protected sparking, (for EPL Gc)
- "nR": restricted breathing, (for EPL Gc)
- "nL": energy limited, (for EPL Gc)
- "o": oil immersion, (for EPL Gb)
- "px": pressurization, (for EPL Gb or Mb)
- "py": pressurization, (for EPL Gb)
- "pz": pressurization, (for EPL Gc)
- "q": powder filling, (for EPL Gb or Mb)

c) the symbol of the group:

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

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

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

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

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

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

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

Where appropriate according to 5.1.1, the marking shall include either the symbol T_a or T_{amb} together with the range of ambient temperature or the symbol "X" to indicate this specific condition of use according to item e) of 29.2.

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

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

The markings a) to e) according to 29.3 shall be placed in the order in which they are given in 29.3 and shall each be separated by a small space.

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

NOTE 2 A typical example is a shunt diode safety barrier located inside a flameproof enclosure.

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

NOTE 3 A typical example is a flameproof luminaire with an intrinsically safe photocell connected to a safe area.

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

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

NOTE 4 For associated apparatus not suitable for installation in a hazardous area, a temperature class is not included.

29.4 Ex marking for explosive dust atmospheres

The Ex marking shall include the following:

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

NOTE 1 Equipment marked “IIIB” is suitable for applications requiring Group IIIA equipment. Similarly, equipment marked “IIIC” is suitable for applications requiring Group IIIA and Group IIIB equipment.

- d) the maximum surface temperature in degrees Celsius and the unit of measurement °C preceded with the letter “T”, (e.g. T 90 °C).

Where appropriate according to 5.3.2.3, the maximum surface temperature T_L shall be shown as a temperature value in degrees Celsius and the unit of measurement °C, with

the layer depth L indicated as a subscript in mm, (e.g. $T_{500} 320$ °C) or marking shall include the symbol “X” to indicate this condition of use according to item e) of 29.2.

Where appropriate according to 5.1.1, the marking shall include either the symbol T_a or T_{amb} together with the range of ambient temperature or the symbol “X” to indicate this specific condition of use according to item e) of 29.2.

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

- e) the equipment protection level, “Da”, “Db”, or “Dc”, as appropriate;
- f) the degree of protection (e.g. IP54).

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

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

NOTE 2 A typical example is a shunt diode safety barrier located inside a dust-protected enclosure.

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

NOTE 3 A typical example is a dust-protected luminaire with an intrinsically safe photocell connected to a safe area.

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

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

NOTE 4 For associated apparatus not suitable for installation in a hazardous area, a temperature marking is not included.

29.5 Combined types of protection

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

29.6 Multiple types of protection

Equipment may be designed using multiple types of protection so that it is suitable for installation in different ways, using the appropriate installation requirements for the selected type of protection. For example, equipment which is designed to comply simultaneously with the equipment requirements for Ex i and also with the equipment requirements for Ex de; may be installed, according to the selection of the installer/user.

In this case,

- each respective Ex marking shall be separately indicated on the equipment marking and shall be prefixed by a place for an identification marking to allow the selected Ex marking to be identified at the time of installation,
- each respective Ex marking shall be separately indicated on the certificate.

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

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

29.7 Ga using two independent Gb types of protection

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

29.8 Ex components

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

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

NOTE 1 The symbol "X" is not used.

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

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

- i) As much of the remaining marking information per 29.3 or 29.4, as applicable, as can be accommodated.

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

29.9 Small equipment and small Ex components

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

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

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

- e) As much of the remaining marking information per 29.3 or 29.4, as applicable, as can be accommodated.

29.10 Extremely small equipment and extremely small Ex components

In the case of extremely small electrical equipment and extremely small Ex components where there is no practical space for marking, a marking intended to be linked to the equipment or Ex component is permitted. This marking shall be identical to the marking of 29.2, 29.3, and 29.4, as applicable, shall appear on a label provided with the equipment or Ex component for field installation adjacent to the equipment or Ex component.

29.11 Warning markings

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

29.12 Alternate marking of equipment protection levels (EPLs)

The marking of the equipment protection levels is shown by the use of an upper case letter for the specific explosive atmosphere for which the equipment is suitable and a lower case letter indicating the level. As an alternate to the marking given in 29.3 and 29.4 the ‘M’, ‘G’ and ‘D’ are not used as the specific explosive atmosphere is recognised by the marking of the Equipment Groups ‘I’ (mining), ‘II’ (gases and vapours) and ‘III’ (combustible dusts) and the lower case letter for the level is added to the type of protection where it does not already exist.

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

29.12.1 Alternate marking of type of protection for explosive gas atmospheres

As an alternate to marking of the type of protection in 29.3b) the following symbols shall include the level as:

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

29.12.2 Alternate marking of type of protection for explosive dust atmospheres

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

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

29.13 Cells and batteries

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

When replaceable battery packs are employed, the replaceable battery pack shall be marked on the outside of the battery pack with the following:

- manufacturer;
- manufacturer's type identification;
- the words "Use only on..." followed by the type identification of the intended equipment.

And the equipment shall be marked with the words "Use only replaceable battery pack" followed by the manufacturer and the manufacturer's type identification of the replaceable battery pack.

29.14 Examples of marking³

Electrical equipment with type of protection flameproof enclosure “d” (EPL Mb) for use in mines susceptible to firedamp:

BEDELLE S.A
 TYPE A B 5
 Ex d I Mb
 No. 325
 ABC 02.1234

alternate Ex db I

.....

Ex component, with type of protection flameproof enclosure “d” (EPL Gb) with intrinsically safe “ia” (EPL Ga) output circuit, for explosive gas atmospheres other than in mines susceptible to firedamp, gas of subdivision C, manufactured by H. RIDSTONE and Co. Ltd. Type KW 369:

Ex d [ia Ga] IIC Gb
 DEF 02.0536 U

alternate Ex db [ia] IIC

.....



.....

Electrical equipment, utilizing types of protection increased safety “e” (EPL Gb) and pressurized enclosure “px” (EPL Gb), maximum surface temperature of 125 °C, for explosive gas atmospheres other than mines susceptible to firedamp, with gas of ignition temperature greater than 125 °C and with specific conditions of use indicated in the certificate.

H. ATHERINGTON Ltd
 TYPE 250 JG 1
 Ex e px IIC 125 °C (T4) Gb
 No. 56732
 GHI 02.0076 X

alternate Ex eb pxb IIC 125 °C (T4)

.....

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

A.R. ACHUTZ A.G.
 TYPE 5 CD
 Ex d e I Mb
 Ex d e IIB T3 Gb
 No. 5634
 JKL 02.0521

alternate Ex db eb I
 alternate Ex db eb IIB T3

.....

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

³ Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this standard may be the subject of patent rights. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

WOKAITERT SARL

TYPE NT 3

Ex d II (NH₃) Gb

alternate Ex db II (NH₃)

No. 6549

MNO 02.3102

.....
.....

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

ABC company

Type RST

Serial No. 123456

Ex ma IIIC T120 °C Da

alternate Ex ma IIIC T120 °C

IP68

N.A. 01.9999

.....
.....

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

ABC company

Type XYZ

Serial No. 123456

Ex ia IIIC T120 °C Da

alternate Ex ia IIIC T120 °C

IP20

N.A. 01.9999

.....
.....

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

ABC company

Type KLM

Serial No. 123456

Ex p IIIC T120 °C Db

alternate Ex pb IIIC T120 °C

IP65

N.A. 01.9999

.....
.....

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

ABC company

Type RST

Serial No. 987654

Ex t IIIC T225 °C T₅₀₀ 320 °C Db

alternate Ex tb IIIC T225 °C T₅₀₀ 320 °C

IP65

N.A. 02.1111

.....
.....

Electrical equipment with type of protection "t" (EPL Db) for explosive dust atmospheres containing conductive dusts of Group IIIC with a maximum surface temperature of less than 175 °C with an extended ambient temperature range of -40 °C to +120 °C.

ABC company

Type RST

Serial No. 987654

Ex t IIIC T175 °C Db

alternate Ex tb IIIC T175 °C

IP65

-40°C ≤ T_{amb} ≤ 120 °C

N.A. 02.1111

.....
.....

Electrical equipment with type of protection encapsulation “ma” (EPL Ga) for explosive gas atmospheres of Group IIC with a maximum surface temperature of less than 135 °C and with type of protection encapsulation “ma” (EPL Da) for explosive dust atmospheres containing conductive dusts of Group IIIC with a maximum surface temperature of less than 120 °C. A single certificate has been prepared.

ABC company

Type RST

Serial No. 123456

Ex ma IIC T4 Ga

alternate Ex ma IIC T4

Ex ma IIIC T120 °C Da

alternate Ex ma IIIC T120 °C

IP67

N.A. 01.9999

.....
.....

Electrical equipment with type of protection encapsulation “ma” (EPL Ga) for explosive gas atmospheres of Group IIC with a maximum surface temperature of less than 135 °C and with type of protection encapsulation “ma” (EPL Da) for explosive dust atmospheres containing conductive dusts of Group IIIC with a maximum surface temperature of less than 120 °C. Two independent Certificates have been prepared.

ABC company

Type RST

Serial No. 123456

Ex ma IIC T4 Ga

alternate Ex ma IIC T4

N.A. 01.1111

.....
.....

Ex ma IIIC T120 °C Da

alternate Ex ma IIIC T120 °C

IP54

N.B. 01.9999

.....
.....

30 Instructions

30.1 General

The documentation prepared as required by Clause 24 shall include instructions, providing the following particulars as a minimum:

- a recapitulation of the information with which the electrical equipment is marked, except for the serial number (see Clause 29), together with any appropriate additional information to facilitate maintenance (for example, address of the importer, repairer, etc.);
- instructions for safety, i.e.
 - putting into service;
 - use;
 - assembling and dismantling;
 - maintenance, overhaul and repair;
 - installation;

- adjustment;
- where necessary, training instructions;
- details which allow a decision to be made as to whether the equipment can be used safely in the intended area under the expected operating conditions;
- electrical and pressure parameters, maximum surface temperatures and other limit values;
- where applicable, specific conditions of use according to 29.2 e);
- where applicable, any special conditions of use, including particulars of possible misuse which experience has shown might occur;
- where necessary, the essential characteristics of tools which may be fitted to the equipment;
- a list of the standards, including the issue date, with which the equipment is declared to comply. The certificate can be used to satisfy this requirement.

30.2 Cells and batteries

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

.....

Annex A (normative)

Supplementary requirements for cable glands

A.1 General

This annex specifies the additional requirements for the construction, testing and marking of cable glands and may be further supplemented or modified by the standards listed in Clause 1.

NOTE The minimum diameter of cable for which the entry is suitable is specified by the manufacturer. The user should ensure that, taking tolerances into account, the minimum dimensions of the cable selected for use in the cable gland are equal to, or exceed, these specified values.

A.2 Constructional requirements

A.2.1 Cable sealing

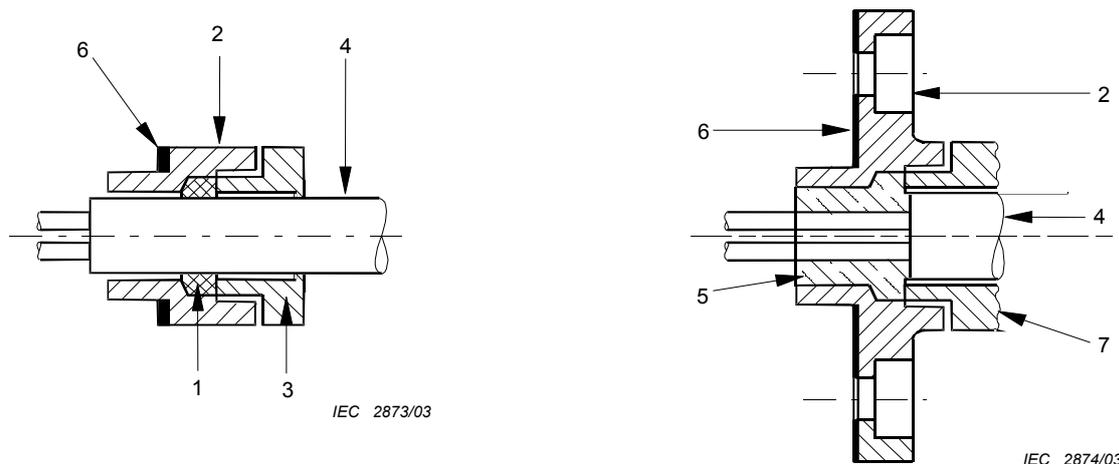
The cable sealing between the cable and the gland body shall be ensured by one of the following means (see Figure A.1):

- an elastomeric sealing ring;
- a metallic or composite sealing ring;
- a filling compound.

The cable sealing may be made of a single material or a combination of materials and shall be appropriate to the shape of the cable concerned.

NOTE 1 In selecting the materials for metallic or composite sealing rings, attention is drawn to Note 3 of 6.1.

NOTE 2 The type of protection of the enclosure may also depend on the internal construction of the cable.



Components

- | | |
|-----------------------|------------------------------|
| 1 sealing ring | 4 cable |
| 2 gland body | 5 filling compound |
| 3 compression element | 6 gasket (where required) |
| | 7 compound retaining element |

Figure A.1 – Illustration of the terms used for cable glands

A.2.2 Filling compounds

Materials used as filling compounds shall comply with the requirements of Clause 12 for materials used for cementing.

A.2.3 Clamping

A.2.3.1 General

Cable glands shall provide clamping of the cable in order to prevent pulling or twisting applied to it from being transmitted to the connections. Such clamping can be provided by a clamping device, sealing ring or filling compound. Whichever clamping arrangement is used, it shall be capable of meeting the relevant type tests in Clause A.3.

A.2.3.2 Group II or III cable glands

Cable glands for Group II or III equipment, without a clamping device, shall also be accepted as complying with this annex if they are capable of passing the clamping tests with values reduced to 25 % of those required in Clause A.3. The descriptive documents shall then state that such cable glands may not provide sufficient clamping and that the user shall provide additional clamping of the cable to ensure that pulling and twisting is not transmitted to the terminations. Such cable glands shall be marked with the symbol "X" to indicate this specific condition of use according to item e) of 29.2.

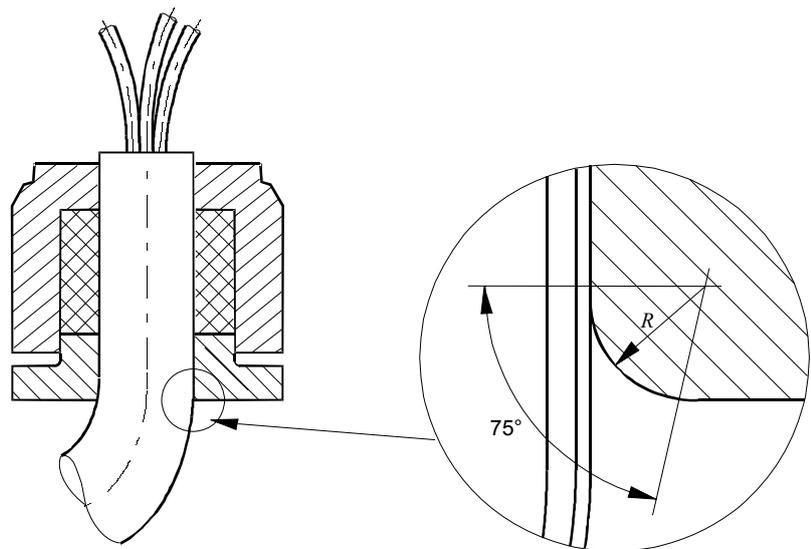
A.2.4 Lead-in of cable

A.2.4.1 Sharp edges

Cable glands shall not have sharp edges capable of damaging the cable.

A.2.4.2 Point of entry

In the case of flexible cables, the point of entry shall include a rounded edge at an angle of at least 75° , the radius R of which is at least equal to one-quarter of the diameter of the maximum admissible cable in the entry but which need not exceed 3 mm (see Figure A.2).



IEC 2875/03

Figure A.2 – Rounded edge of the point of entry of the flexible cable

A.2.5 Release by a tool

Cable glands shall be designed so that after installation they are only capable of being released or dismantled by means of a tool.

A.2.6 Fixing

The means of fixing cable glands to enclosures of electrical equipment shall be capable of retaining the cable gland when subjected to the mechanical tests of clamping and resistance to impact in Clause A.3.

A.2.7 Degree of protection

Cable glands, when installed in accordance with the instructions required by Clause 30, shall be capable of providing, with the enclosure on which they are fixed, the same degree of protection as required for the enclosure.

Cable glands marked with a degree of protection (IP) shall be tested in accordance with A.3.4.

A.3 Type tests

A.3.1 Tests of clamping of non-armoured and braided cables

A.3.1.1 Cable glands with clamping by the sealing ring

The tests of clamping shall be carried out using for each type and size of cable gland, two sealing rings; one equal to the smallest admissible size and the other equal to the largest admissible size.

For elastomeric sealing rings for circular cables, each ring shall be mounted on a clean, dry, polished, cylindrical, steel or stainless steel mandrel, with a maximum surface roughness of $1,6 \mu\text{m}$, R_a , equal to the smallest cable diameter allowable in the ring and specified by the manufacturer of the cable gland.

For non-circular cables, the ring for each type/size/shape of cable shall be mounted on a sample of dry, clean cable of dimensions equal to the size specified by the manufacturer of the cable gland. Such cable glands shall be marked with the symbol "X" to indicate this specific condition of use according to item e) of 29.2.

For metallic-sheathed cables, the ring for each size of cable shall be mounted on a sample of dry, clean cable constructed with the sheath material and with dimensions equal to the size as specified by the manufacturer of the cable gland. Such cable glands shall be marked with the symbol "X" to indicate this specific condition of use according to item e) of 29.2.

For metallic sealing rings, each ring shall be mounted on a clean, dry, polished, cylindrical, metal mandrel, with a maximum surface roughness of $1,6 \mu\text{m}$, R_a , equal to the smallest cable diameter allowable in the ring and specified by the manufacturer of the cable gland.

The sealing ring with the mandrel or the cable, as appropriate, shall be fitted into the cable gland. A torque shall then be applied to the screws (in the case of a flanged compression element fitted with screws) or to the nut (in the case of a screwed compression element) to compress the sealing ring to prevent slipping of the mandrel or cable.

The complete cable gland and mandrel assembly shall then be subjected to the thermal endurance tests, if applicable. The maximum service temperature shall be considered to be $75 \text{ }^\circ\text{C}$ unless otherwise specified by the manufacturer.

NOTE 1 The $75 \text{ }^\circ\text{C}$ service temperature is the median of the branching point and entry point temperatures.

NOTE 2 Cable glands employing only metallic sealing rings and metallic parts do not require thermal endurance tests.

The sealing ring shall prevent slippage of the cable or mandrel when the force applied to the cable or mandrel, in newtons, is equal to

- 20 times the value in millimetres of the diameter of the mandrel or cable when the cable gland is designed for round cable, or
- 6 times the value in millimetres of the perimeter of the cable when the cable gland is designed for non-circular cable.

Where the direction of pull is other than horizontal, the means of application of the force shall be adjusted to compensate for the weight of the mandrel and associated parts.

For cable glands intended for use with braided cables, this clamping test is intended to demonstrate the effectiveness of the cable gland in clamping the cable, not the strength of the braid. Where the test is performed with braided cable, the braid shall not be clamped.

The test conditions and acceptance criteria are given in A.3.1.4.

NOTE 3 The torque figures referred to above may be determined experimentally prior to the tests or they may be supplied by the manufacturer of the cable gland.

A.3.1.2 Cable glands with clamping by filling compound

The tests of clamping shall be carried out for each type and size of cable glands using two samples of clean, dry cable or metal mandrels if applicable; one equal to the smallest admissible size and the other equal to the largest admissible size.

The available space shall be filled with the filling compound, which has been prepared and hardened in accordance with the manufacturer of the cable gland's instructions prior to being submitted to the tests.

The complete cable gland and mandrel assembly shall then be subjected to the thermal endurance tests. The maximum service temperature shall be considered to be 75 °C unless otherwise specified by the manufacturer.

NOTE The 75 °C service temperature is the median of the branching point and entry point temperatures.

The filling compound shall prevent slippage of the cable when the force applied, in newtons, is equal to

- 20 times the value in millimetres of the diameter of the cable sample when the cable gland is designed for circular cable, or
- 6 times the value in millimetres of the perimeter of the cable sample when the cable gland is designed for non-circular cable.

For cable glands intended for use with braided cables, this clamping test is intended to demonstrate the effectiveness of the cable gland in clamping the cable, not the strength of the braid. Where the design of the cable gland is such that the braid is intended to be surrounded by compound, the contact of the compound with the braid shall be minimized for this test.

The test conditions and acceptance criteria are given in A.3.1.4.

A.3.1.3 Cable glands with clamping by means of a clamping device

The clamping test shall be carried out on each type and size of cable gland for the different allowable sizes of each type of cable gland clamping device.

Each device shall be mounted on a sample of clean, dry cable of a size allowable in the device as specified by the manufacturer of the cable gland.

The clamping device with any required sealing ring and the largest size of cable allowable in that clamping device, as specified by the manufacturer of the cable gland, shall be fitted in the cable gland. The gland shall be assembled with compression of any required sealing ring and tightening of the clamping device. The test procedure shall be carried out in accordance with A.3.1.1 and then repeated with the smallest size of cable allowable in that clamping device, as specified by the manufacturer of the cable gland.

For cable glands intended for use with braided cables, this clamping test is intended to demonstrate the effectiveness of the cable gland in clamping the cable, not the strength of the braid. Where the test is performed with braided cable, the braid shall not be clamped.

A.3.1.4 Tensile test

The test sample, as prepared in A.3.1.1 to A.3.1.3, as appropriate, shall be subjected to a constant tensile force equal to that given in A.3.1.1 or A.3.1.2, as appropriate, shall be applied for not less than 6 h. The test shall be carried out at an ambient temperature of $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$.

The clamping assured by the sealing ring, filling compound or by the clamping device shall be acceptable if the slippage of the mandrel or cable sample is not more than 6 mm.

A.3.1.5 Mechanical strength

After the tensile test, the cable gland shall be removed from the tensile testing machine and submitted to the tests and examinations of a) to c) as appropriate.

- a) For cable glands with clamping by sealing ring or a clamping device, a mechanical strength test on which a torque of at least 1,5 times the value needed to prevent slipping shall be applied to the screws or nuts (whichever is the case). The cable gland shall then be dismantled and the components examined. The mechanical strength of the cable gland shall be acceptable if no deformation affecting the type of protection is found. Any deformation of the sealing rings shall be ignored.
- b) For cable glands manufactured from non-metallic materials, it is possible that the prescribed proof torque cannot be met due to temporary deformations of the thread. If no noticeable damage is found, the cable gland shall be deemed to have passed the test if the tensile test of A.3.1.4 can still be achieved without adjustment.
- c) For cable glands with clamping by filling compound, the gland shall be dismantled as far as possible without damaging the filling compound. Upon examination, there shall be no physical or visible damage to the filling compound that would affect the type of protection afforded.

A.3.2 Tests of clamping of armoured cables

A.3.2.1 Tests of clamping where the armourings are clamped by a device within the gland

The tests shall be carried out using a sample of armoured cable of the smallest size specified for each type and size of gland. The sample of armoured cable shall be fitted into the clamping device of the cable gland. A torque shall then be applied to the screws (in the case of a flanged clamping device) or to the nut (in the case of a screwed clamping device) in order to compress the clamping device and prevent slipping of the armour.

The complete cable gland and armoured cable shall then be subjected to the thermal endurance tests. The maximum service temperature shall be considered to be $75 ^\circ\text{C}$ unless otherwise specified by the manufacturer.

NOTE 1 The 75 °C service temperature is the median of the branching point and entry point temperatures.

NOTE 2 Cable glands employing only metallic sealing rings and metallic parts do not require thermal endurance tests. The clamping device should prevent slippage of the armour when the force applied to the armour, in newtons, is equal to:

- 80 times the value in millimetres of the diameter of the cable over the armour for Group I equipment, or
- 20 times the value in millimetres of the diameter of the cable over the armour for Group II or III equipment.

NOTE 3 The torque values referred to above may be determined experimentally prior to the tests, or they may be supplied by the manufacturer of the cable gland.

A.3.2.1.1 Tensile test

The test sample shall be subjected to a constant tensile force equal to that defined in A.3.2.1 shall be applied for (120 ± 10) s. The test shall be carried out at an ambient temperature of (20 ± 5) °C.

The clamping assured by the clamping device shall be acceptable if the slipping of the armour is effectively negligible.

A.3.2.1.2 Mechanical strength

Where screws and nuts are fitted they shall be tightened to at least 1,5 times the values in A.3.2.1.1 and then the cable gland dismantled. The mechanical strength shall be acceptable if no deformation affecting the type of protection is found.

A.3.2.2 Tests of clamping where the armourings are not clamped by a device within the gland

The cable gland shall be treated as if it were a non-armoured type according to A.3.1.

A.3.3 Type test for resistance to impact

For the tests of 26.4.2, the cable gland shall be tested with the smallest specified cable fitted.

For testing purposes, the cable gland shall be fixed on a rigidly mounted steel plate or secured as specified by the manufacturer of the cable gland. The torque applied in fixing the threaded cable gland shall be according to A.3.2.1.

A.3.4 Test for degree of protection (IP) of cable glands

The test shall be carried out in accordance with IEC 60529 as below, using one cable-sealing ring of each of the different permitted sizes for each type of cable gland.

Group I – IP54 Minimum

Group II – IP54 minimum

Group III, EPL Da – IP6X minimum

Group III, EPL Db – IP6X minimum

Group IIIC, EPL Dc – IP6X minimum

Group IIIA or IIIB, EPL Dc – IP5X minimum

For sealing tests, each sealing ring shall be mounted on a sample of clean, dry cable; or a clean, dry, polished, metal mandrel, with a maximum surface roughness of $1,6 \mu\text{m } Ra$, of a diameter equal to the smallest diameter allowable in the ring as specified by the manufacturer of the cable gland. For the purposes of this test, the cable gland with cable or mandrel shall be tested after being fixed to a suitable enclosure ensuring that the sealing method at the interface between the gland and enclosure does not compromise the test results.

A.4 Marking

A.4.1 Marking of cable glands

Cable glands shall be marked in accordance with 29.2, including type of protection “e”, and, if a threaded entry, with the type and size of thread.

NOTE 1 The additional requirements for cable glands of type of protection “d” are found in IEC 60079-1.

NOTE 2 The additional requirements for cable glands of type of protection “t” are found in IEC 60079-31.

Where marking space is limited, the reduced marking requirements of 29.9 may be applied.

A.4.2 Marking of cable-sealing rings

The cable-sealing rings for cable glands that allow a variety of ring sizes shall be marked with the minimum and maximum diameters, in millimetres, of the permitted cables.

When the cable-sealing ring is bound with a metal washer, the marking may be made on the washer.

The cable-sealing rings shall be identified allowing the user to determine if the ring is appropriate for the cable gland.

Where the gland and the ring are intended to be used at service temperatures outside the range -20 °C to $+80\text{ °C}$, they shall be marked with the temperature range.

Annex B (normative)

Requirements for Ex components

Ex components shall comply with the requirements of the clauses listed in Table B.1.

Table B.1 – Clauses with which Ex components shall comply

Clause or subclause	Applies (yes or no)	Remarks	
1 to 4 (inclusive)	Yes		
5	No	Except that the operating temperature limits shall be specified	
6.1	Yes		
6.2	No		
6.3	No		
6.4	No		
6.5	Yes		
6.6	Yes		
7.1	Yes		
7.1.4	Yes		See Note 1
7.3	Yes		If external (see Note 1)
7.4	Yes	If external (see Note 1)	
7.5	Yes	If external (see Note 1)	
8	Yes		
9.1	Yes		
9.2	Yes	But only if it is an equipment enclosure	
9.3	Yes	But only if it is an equipment enclosure	
10	Yes		
11	Yes		
12	Yes		
13	Yes		
14	Yes		
15.1.1	Yes	But only if it is an equipment enclosure	
15.1.2	Yes	But only if it is an equipment enclosure	
15.2	Yes		
15.3	Yes		
15.4	Yes		
15.5	Yes		
16	Yes	But only if it is an equipment enclosure	
17	No	Except for machine enclosures	
18	Yes		
19	Yes		
20	Yes		
21	Yes		
22.1	Yes		
22.2	No		
23	Yes		

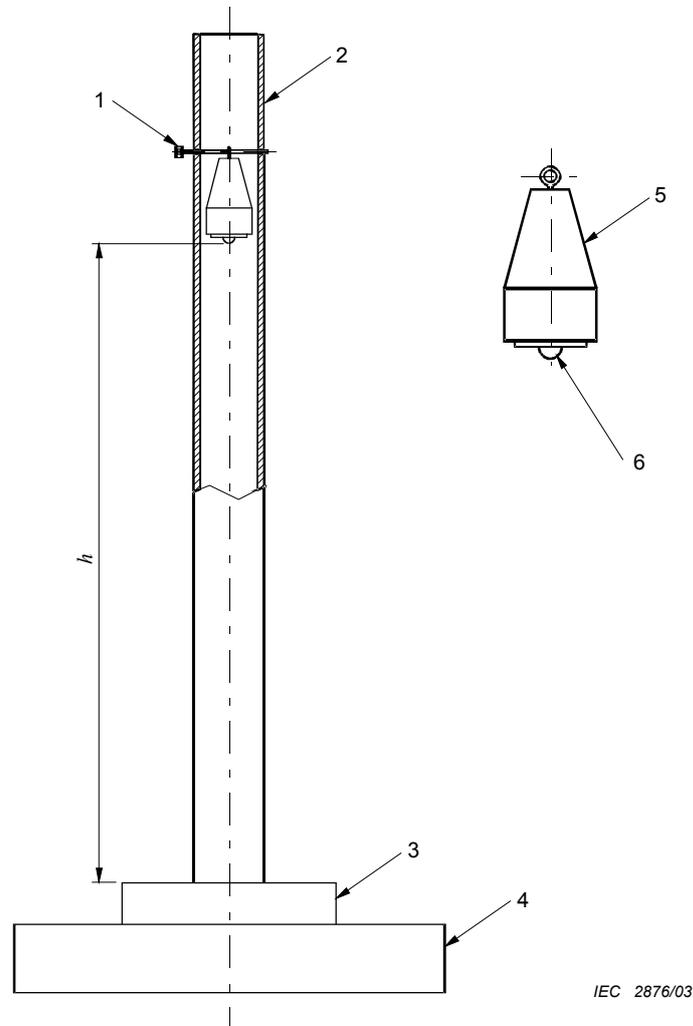
Table B.1 (continued)

Clause or subclause	Applies (yes or no)	Remarks
24	Yes	
25	Yes	
26.1	Yes	
26.2	No	
26.3	Yes	
26.4	Yes	But only if it is an equipment enclosure
26.5	Yes	But only if it is an equipment enclosure
26.5.1	No	
26.5.2	Yes	Where the maximum temperature is specified
26.5.3	Yes	Where the "small component" relaxation has been employed
26.6	Yes	
26.7	Yes	Where the maximum temperature is specified
26.8	Yes	
26.9	Yes	
26.10	Yes	But only if it is an equipment enclosure
26.11	Yes	But only if it is a Group I equipment enclosure
26.12	Yes	But only if it an equipment enclosure
26.13	Yes	But only if it an equipment enclosure
26.14	Yes	But only if it an equipment enclosure
26.15	Yes	But only if it an equipment enclosure
27	Yes	
28	Yes	
29.1	Yes	Marking is required on the Ex component
29.2	No	
29.3	Yes	See Note 2
29.4	Yes	See Note 2
29.5	Yes	
29.6	Yes	
29.7	Yes	
29.8	Yes	
29.9	Yes	
29.10	Yes	
29.11	No	
29.12	Yes	
29.13	Yes	
29.14	No	
30	Yes	
NOTE 1 It is necessary to consider the circumstances in which these requirements apply to components placed in other enclosures.		
NOTE 2 The temperature classification is not applied to Ex components.		

www.international-electrotechnical-commission.org

Annex C (informative)

Example of rig for resistance to impact test



IEC 2876/03

Components

- | | |
|----------------------------------|--|
| 1 adjustment pin | 5 steel mass of 1 kg |
| 2 plastic guide tube | 6 impact head of hardened steel, 25 mm in diameter |
| 3 test piece | h height of fall |
| 4 steel base (mass ≥ 20 kg) | |

Figure C.1 – Example of rig for resistance to impact test

Annex D (informative)

Introduction of an alternative risk assessment method encompassing “equipment protection levels” for Ex equipment

This annex provides an explanation of the concept of a risk assessment method encompassing equipment protection levels (EPLs). These EPLs are introduced to enable an alternative approach to current methods of selecting Ex equipment.

D.1 Historical background

Historically, it has been acknowledged that not all types of protection provide the same level of assurance against the possibility of an incendive condition occurring. The installation standard, IEC 60079-14, allocates specific types of protection to specific zones, on the statistical basis that the more likely or frequent the occurrence of an explosive atmosphere, the greater the level of security required against the possibility of an ignition source being active.

Hazardous areas (with the normal exception of coal mining) are divided into zones, according to the degree of hazard. The degree of hazard is defined according to the probability of the occurrence of explosive atmospheres. Generally, no account is taken of the potential consequences of an explosion, nor of other factors such as the toxicity of materials. A true risk assessment would consider all factors.

Acceptance of equipment into each zone is historically based on the type protection. In some cases the type of protection may be divided into different levels of protection which again historically correlate to zones. For example, intrinsic safety is divided into levels of protection ia and ib. The encapsulation “m” standard includes two levels of protection “ma” and “mb”.

In the past, the equipment selection standard has provided a solid link between the type of protection for the equipment and the zone in which the equipment can be used. As noted earlier, nowhere in the IEC system of explosion protection is there any account taken of the potential consequences of an explosion, should it occur.

However, plant operators often make intuitive decisions on extending (or restricting) their zones in order to compensate for this omission. A typical example is the installation of "zone 1 type" navigation equipment in zone 2 areas of offshore oil production platforms, so that the navigation equipment can remain functional even in the presence of a totally unexpected prolonged gas release. In the other direction, it is reasonable for the owner of a remote, well secured, small pumping station to drive the pump with a "zone 2 type" motor, even in zone 1, if the total amount of gas available to explode is small and the risk to life and property from such an explosion can be discounted.

The situation became more complex with the publication of the first edition of IEC 60079-26 which introduced additional requirements to be applied for equipment intended to be used in zone 0. Prior to this, Ex ia was considered to be the only technique acceptable in zone 0.

It has been recognized that it is beneficial to identify and mark all products according to their inherent ignition risk. This would make equipment selection easier and provide the ability to better apply a risk assessment approach, where appropriate.

D.2 General

A risk assessment approach for the acceptance of Ex equipment has been introduced as an alternative method to the current prescriptive and relatively inflexible approach linking equipment to zones. To facilitate this, a system of equipment protection levels has been introduced to clearly indicate the inherent ignition risk of equipment, no matter what type of protection is used.

The system of designating these equipment protection levels is as follows.

D.2.1 Mines susceptible to firedamp (Group I)

D.2.1.1 EPL Ma

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

NOTE Typically communications circuits and gas detection equipment will be constructed to meet the Ma requirements – for example an Ex ia telephone circuit.

D.2.1.2 EPL Mb

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

NOTE Typically Group I equipment will be constructed to meet the Mb requirements – for example Ex d motors and switchgear.

D.2.2 Gases (Group II)

D.2.2.1 EPL Ga

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

D.2.2.2 EPL Gb

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

NOTE The majority of the standard protection concepts bring equipment within this equipment protection level.

D.2.2.3 EPL Gc

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

NOTE Typically, this will be Ex n equipment.

D.2.3 Dusts (Group III)

D.2.3.1 EPL Da

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

D.2.3.2 EPL Db

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

D.2.3.3 EPL Dc

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

For the majority of situations, with typical potential consequences from a resultant explosion, it is intended that the following would apply for use of the equipment in zones. (This is not directly applicable for mines susceptible to firedamp, as the zone concept does not generally apply). See Table D.1.

**Table D.1 – Traditional relationship of EPLs to zones
(no additional risk assessment)**

Equipment protection level	Zone
Ga	0
Gb	1
Gc	2
Da	20
Db	21
Dc	22

D.3 Risk of ignition protection afforded

The various levels of protection of equipment must be capable of functioning in conformity with the operational parameters established by the manufacturer to that level of protection. See Table D.2.

Table D.2 – Description of risk of ignition protection provided

Protection afforded	Equipment protection level	Performance of protection	Conditions of operation
	Group		
Very high	Ma	Two independent means of protection or safe even when two malfunctions occur independently of each other	Equipment remains functioning when explosive atmosphere present
	Group I		
Very high	Ga	Two independent means of protection or safe even when two malfunctions occur independently of each other	Equipment remains functioning in zones 0, 1 and 2
	Group II		
Very high	Da	Two independent means of protection or safe even when two malfunctions occur independently of each other	Equipment remains functioning in zones 20, 21 and 22
	Group III		
High	Mb	Suitable for normal operation and severe operating conditions	Equipment de-energized when explosive atmosphere present
	Group I		
High	Gb	Suitable for normal operation and frequently occurring disturbances or equipment where malfunctions are normally taken into account	Equipment remains functioning in zones 1 and 2
	Group II		
High	Db	Suitable for normal operation and frequently occurring disturbances or equipment where malfunctions are normally taken into account	Equipment remains functioning in zones 21 and 22
	Group III		
Enhanced	Gc	Suitable for normal operation	Equipment remains functioning in zone 2
	Group II		
Enhanced	Dc	Suitable for normal operation	Equipment remains functioning in zone 22
	Group III		

D.4 Implementation

The fourth edition of IEC 60079-14 (encompassing the former requirements of IEC 61241-14) will introduce the EPLs to allow a system of "risk assessment" as an alternative method for the selection of equipment. Reference will also be included in the classification standards IEC 60079-10 and IEC 61241-10.

The additional marking and the correlation of the existing types of protection are being introduced into the revisions to the following IEC standards:

- IEC 60079-0 (encompassing the former requirements of IEC 61241-0)
- IEC 60079-1
- IEC 60079-2 (encompassing the former requirements of IEC 61241-4)
- IEC 60079-5

- IEC 60079-6
- IEC 60079-7
- IEC 60079-11 (encompassing the former requirements of IEC 61241-11)
- IEC 60079-15
- IEC 60079-18 (encompassing the former requirements of IEC 61241-18)
- IEC 60079-26
- IEC 60079-28

For the types of protection for explosive gas atmospheres the EPLs require additional marking. For explosive dust atmospheres the present system of marking the zones on equipment is being replaced by marking the EPLs.

Annex E (informative)

Motors supplied by converters

It is normally expected that motors and converters are evaluated as a system. When motors are supplied from a converter to enable operation at varying speeds and loads, it is necessary to establish the thermal performance with the particular converter (and output filter, if used) throughout the specified speed and torque range. This needs to be done through a combination of type testing and calculation. The specific methods to be used are described in the specific standards for the type of protection.

NOTE 1 Because of possible difficulties in arranging a test with the exact motor/converter combination, tests using a similar converter may be acceptable subject to comparison of the characteristics.

NOTE 2 Additional factors may also need to be taken into account, in discussion between manufacturer, user and installer. These include the provision by the user of additional output filters, or reactors, and the length of cable between converter and motor, which both affect motor input voltage and can cause additional motor heating.

For some types of protection, it will usually be necessary to use a protective device. This device needs to be specified in the documentation and its effectiveness needs to be proven by test or by calculation.

NOTE 3 High-frequency switching in converters can lead to rapid rise time voltage stress in the windings and cable circuits and therefore a further potential source of ignition. It is necessary to consider the effects of this stress according to the type of protection. In some circumstances, it will be necessary to add an additional output filter after the converter.

The descriptive documentation for the motor needs to include the necessary parameters and conditions required for use with a converter.

NOTE 4 Bearing currents require special consideration. Possible solutions include the use of insulated bearings, either alone, or in combination with, a filter that reduces common mode voltages and/or dv/dt . Further information is given in IEC TS 60034-17 and IEC 60034-25.

Bibliography

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

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

IEC 60079-10, *Electrical apparatus for explosive gas atmospheres – Part 10: Classification of hazardous areas*

IEC TR 60079-12, *Electrical apparatus for explosive gas atmospheres – Part 12: Classification of mixtures of gases or vapours with air according to their maximum experimental safe gaps and minimum igniting currents*

IEC 60079-14, *Electrical apparatus for explosive gas atmospheres – Part 14: Electrical installations in hazardous areas (other than mines)*

IEC 60079-17, *Electrical apparatus for explosive gas atmospheres – Part 17: Inspection and maintenance of electrical installations in hazardous areas (other than mines)*

IEC 60079-19, *Explosive atmospheres – Part 19: Equipment repair, overhaul and reclamation*

IEC TR 60079-20, *Electrical apparatus for explosive gas atmospheres – Part 20: Data for flammable gases and vapours, relating to the use of electrical apparatus*

IEC 60079-27: *Electrical apparatus for explosive gas atmospheres – Part 27: Fieldbus intrinsically safe concept (FISCO) and fieldbus non-incendive concept (FNICO)*

IEC 61241-2-1:1994, *Electrical apparatus for use in the presence of combustible dust – Part 2: Test methods – Section 1: Methods for determining the minimum ignition temperatures of dust*

IEC TR 61241-2-2, *Electrical apparatus for use in the presence of combustible dust – Part 2: Test methods – Section 2: Method for determining the electrical resistivity of dust in layers*

IEC 61241-14, *Electrical apparatus for use in the presence of combustible dust – Part 14: Selection and installation*

ISO/IEC 17000, *Conformity assessment – General vocabulary and general principles*

ISO 4225: 1994, *Air quality – General aspects – Vocabulary*

CLC/TR50427 – *Assessment of inadvertent ignition of flammable atmospheres by radio-frequency radiation – Guide*

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	102
1 Domaine d'application	104
2 Références normatives	105
3 Termes et définitions	108
4 Groupe de matériel	119
4.1 Groupe I	119
4.2 Groupe II	119
4.3 Groupe III	119
4.4 Matériel pour une atmosphère explosive particulière	120
5 Températures	120
5.1 Influences environnementales	120
5.1.1 Température ambiante	120
5.1.2 Source externe d'échauffement ou de refroidissement	120
5.2 Température de service	120
5.3 Température maximale de surface	121
5.3.1 Détermination de la température maximale de surface	121
5.3.2 Limitation de la température maximale de surface	121
5.3.3 Température des petits composants des matériels électriques de Groupe I ou de Groupe II	122
6 Exigences pour tous les matériels électriques	123
6.1 Généralités	123
6.2 Résistance mécanique du matériel	124
6.3 Temps d'ouverture	124
6.4 Courants de circulation	124
6.5 Maintien des garnitures d'étanchéité	125
6.6 Matériel émettant une énergie rayonnée électromagnétique ou ultrasonique	125
6.6.1 Sources radio fréquences	125
6.6.2 Lasers ou autres sources d'ondes continues	126
6.6.3 Sources d'ultrasons	126
7 Enveloppes non métalliques et parties non métalliques d'enveloppes	126
7.1 Généralités	126
7.1.1 Applicabilité	126
7.1.2 Spécification des matériaux	127
7.1.3 Matériaux plastiques	127
7.1.4 Matériaux élastomères	127
7.2 Endurance thermique	128
7.2.1 Essais pour l'endurance thermique	128
7.2.2 Sélection des matériaux	128
7.3 Résistance à la lumière	128
7.4 Charges électrostatiques des matériaux externes non métalliques des enveloppes	128
7.4.1 Applicabilité	128
7.4.2 Evitement de l'apparition de la charge électrostatique sur les matériels électriques de Groupe I ou de Groupe II	128
7.4.3 Evitement du développement d'une charge électrostatique sur un matériel de Groupe III	130

7.5	Trous taraudés	130
8	Enveloppes métalliques et parties métalliques d'enveloppe	131
8.1	Composition des matériaux	131
8.1.1	Groupe I	131
8.1.2	Groupe II	131
8.1.3	Groupe III	131
8.2	Trous taraudés	132
9	Fermetures	132
9.1	Généralités	132
9.2	Fermetures spéciales	132
9.3	Trous pour fermetures spéciales	132
9.3.1	Engagement du filetage	132
9.3.2	Tolérance et espace	132
9.3.3	Vis sans tête à six pans creux	133
10	Dispositifs de verrouillage	134
11	Traversées	134
12	Matériaux utilisés pour les scellements	134
13	Composants Ex	134
13.1	Généralités	134
13.2	Montage	134
13.3	Montage à l'intérieur du matériel	135
13.4	Montage à l'extérieur du matériel	135
14	Éléments de raccordement et logements de raccordement	135
14.1	Généralités	135
14.2	Logement de raccordement	135
14.3	Mode de protection	135
14.4	Lignes de fuite et distances d'isolement	135
15	Éléments de raccordement des conducteurs de mise à la terre ou de liaison équipotentielle	135
15.1	Matériel nécessitant une mise à la terre	135
15.1.1	A l'intérieur	135
15.1.2	A l'extérieur	135
15.2	Matériel ne nécessitant pas une mise à la terre	136
15.3	Dimensions des éléments de raccordement	136
15.4	Protection contre la corrosion	136
15.5	Sécurisation des connexions électriques	136
16	Entrées dans les enveloppes	137
16.1	Généralités	137
16.2	Identification des entrées	137
16.3	Entrées de câbles	137
16.4	Éléments d'obturation	137
16.5	Température au point de branchement et au point d'entrée	137
16.6	Charges électrostatiques des gaines de câbles	138
17	Exigences complémentaires pour machines électriques tournantes	138
17.1	Ventilateurs et capots de protection	138
17.2	Orifices de ventilation pour ventilateurs extérieurs	139
17.3	Construction et montage des systèmes de ventilation	139
17.4	Distances dans le système de ventilation	139

17.5	Matériaux des ventilateurs extérieurs et des capots de protection	139
17.6	Conducteurs de liaison équipotentielle	139
18	Exigences complémentaires pour appareillage de connexion.....	140
18.1	Diélectrique inflammable	140
18.2	Sectionneurs	140
18.3	Groupe I – Dispositions pour le verrouillage	140
18.4	Portes et couvercles.....	140
19	Exigences complémentaires pour coupe-circuits à fusibles	141
20	Exigences complémentaires pour les prises de courant	141
20.1	Verrouillage.....	141
20.1.1	Atmosphère explosive gazeuse	141
20.1.2	Atmosphère de poussières explosive.....	141
20.2	Fiches sous tension.....	142
21	Exigences complémentaires pour les luminaires.....	142
21.1	Généralités.....	142
21.2	Couvercles des luminaires d'EPL Gb ou d'EPL Db	142
21.3	Couvercles des luminaires d'EPL Gc ou EPL Dc	143
21.4	Lampes spéciales.....	143
22	Exigences complémentaires pour lampes-chapeaux et lampes à main	143
22.1	Lampes-chapeaux du Groupe I.....	143
22.2	Lampes-chapeaux et lampes à main de Groupe II et de Groupe III.....	143
23	Matériel incorporant des éléments et des batteries	143
23.1	Généralités.....	143
23.2	Batteries	143
23.3	Types d'éléments	144
23.4	Éléments dans une batterie	145
23.5	Caractéristiques assignées des batteries.....	145
23.6	Interchangeabilité	145
23.7	Charge des piles.....	145
23.8	Fuite.....	145
23.9	Connexions	145
23.10	Orientation.....	146
23.11	Remplacement d'éléments ou de batteries.....	146
23.12	Ensemble de batteries remplaçable	146
24	Documentation	146
25	Conformité du prototype ou de l'échantillon avec les documents	146
26	Essais de type.....	146
26.1	Généralités.....	146
26.2	Configuration d'essais	147
26.3	Essais en présence de mélanges explosifs.....	147
26.4	Essais des enveloppes	147
26.4.1	Ordre des essais	147
26.4.2	Essai de résistance au choc mécanique	149
26.4.3	Essai de chute.....	150
26.4.4	Critères d'acceptation.....	151
26.4.5	Degré de protection (IP) des enveloppes	151
26.5	Essais thermiques	151
26.5.1	Mesure des températures	151

26.5.2	Essai de choc thermique	153
26.5.3	Essai d'inflammation de petits composants (Groupe I et Groupe II)	153
26.6	Essai de rotation pour les traversées	154
26.6.1	Procédure d'essai	154
26.6.2	Critères d'acceptation	154
26.7	Enveloppes non métalliques ou parties non métalliques d'enveloppe	155
26.7.1	Généralités	155
26.7.2	Températures pendant les essais	155
26.8	Endurance thermique à la chaleur	155
26.9	Endurance thermique au froid	155
26.10	Résistance à la lumière	155
26.10.1	Procédure d'essai	155
26.10.2	Critères d'acceptation	156
26.11	Résistance aux agents chimiques du matériel électrique du Groupe I	156
26.12	Continuité de terre	156
26.13	Vérification de la résistance de surface de parties d'enveloppes en matériau non métallique	157
26.14	Essais de charge	158
26.14.1	Introduction	158
26.14.2	Principe de l'essai	158
26.14.3	Echantillons et matériel d'essai	159
26.14.4	Conditions d'environnement	159
26.14.5	Conditionnement	159
26.14.6	Détermination de la méthode de charge la plus efficace	160
26.14.7	Evaluation de la décharge	161
26.15	Mesure de la capacité	162
26.15.1	Procédure d'essai	162
26.15.2	Critères d'acceptation	162
27	Essais individuels	163
28	Responsabilité du constructeur	163
28.1	Conformité à la documentation	163
28.2	Certificat	163
28.3	Responsabilité du marquage	163
29	Marquage	163
29.1	Emplacement	163
29.2	Généralités	163
29.3	Marquage Ex pour les atmosphères explosives gazeuses	164
29.4	Marquage Ex pour atmosphères de poussières explosives	166
29.5	Modes de protection combinés	167
29.6	Modes de protection multiples	167
29.7	Ga utilisant deux modes de protection Gb indépendants	168
29.8	Composants Ex	168
29.9	Petits matériels et petits composants Ex	168
29.10	Matériel et composant Ex extrêmement petits	168
29.11	Marquages d'avertissement	168
29.12	Marquage alternatif du niveau de protection du matériel (EPL)	169
29.12.1	Marquage alternatif du mode de protection pour les atmosphères explosives gazeuses	169

29.12.2	Marquage alternatif du mode de protection pour les atmosphères de poussières explosives	170
29.13	Eléments et batteries	170
29.14	Exemples de marquages	170
30	Instructions.....	173
30.1	Généralités.....	173
30.2	Eléments et batteries.....	174
Annexe A (normative)	Exigences complémentaires pour les entrées de câbles Ex	175
Annexe B (normative)	Exigences pour les composants Ex	182
Annexe C (informative)	Exemple de dispositif pour les essais de choc mécanique	184
Annexe D (informative)	Introduction à une méthode alternative d'évaluation des risques incluant les « niveaux de protection du matériel » pour les matériels Ex	185
Annexe E (informative)	Moteurs fournis avec des convertisseurs	190
Bibliographie.....		191
Figure 1	– Tolérances et espace pour fermetures vissées.....	133
Figure 2	– Surface en contact sous la tête d'une fermeture à tige réduite	133
Figure 3	– Illustration des points d'entrées et de branchements	138
Figure 4	– Assemblage d'échantillon d'essai pour l'essai de continuité de terre	157
Figure 5	– Eprouvette avec électrodes conductrices peintes	158
Figure 6	– Frottement avec un tissu en polyamide pur ou en coton pur	160
Figure 7	– Déchargement d'un conteneur avec une sonde connectée à la terre par un condensateur de 0,1 µF	161
Figure 8	– Chargement par influence avec une alimentation électrique de tension en courant continu	162
Figure A.1	– Illustration des termes utilisés pour les entrées de câble	175
Figure A.2	– Arrondi du point d'entrée d'un câble flexible.....	176
Figure C.1	– Exemple de dispositif pour les essais de choc mécanique	184
Tableau 1	– Températures ambiantes d'utilisation et marquage additionnel	120
Tableau 2	– Classification des températures maximales de surface des matériels électriques du Groupe II.....	122
Tableau 3a	– Evaluation du classement en température, en fonction de la taille du composant et à la température ambiante de 40 °C.....	123
Tableau 3b	– Evaluation du classement en température, en fonction de la taille du composant – Variation de la puissance dissipée maximale avec la température ambiante.....	123
Tableau 4	– Seuils de puissance de radio fréquences.....	125
Tableau 5	– Seuils d'énergie de radio fréquences	126
Tableau 6	– Limitations de surfaces.....	129
Tableau 7	– Diamètre ou largeur des pièces longues	130
Tableau 8	– Limitation de l'épaisseur de la couche non-métallique	130
Tableau 9	– Section minimale des conducteurs de protection	136
Tableau 10	– piles	144

Tableau 11 – Accumulateurs.....	145
Tableau 12 – Essais de tenue aux chocs	150
Tableau 13 – Couple à appliquer à la tige des traversées utilisées comme éléments de raccordement.....	154
Tableau 14 – Texte de marquages d’avertissement	169
Tableau B.1 – Articles auxquels les composants Ex doivent être conformes	182
Tableau D.1 – Relation traditionnelle entre EPLs et zones (sans évaluation de risque complémentaire).....	187
Tableau D.2 – Description de la protection contre le risque d’inflammabilité fournie.....	188

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

ATMOSPHÈRES EXPLOSIVES –**Partie 0: Matériel –
Exigences générales****AVANT-PROPOS**

- 1) La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, la CEI – entre autres activités – publie des Normes internationales, des Spécifications techniques, des Rapports techniques, des Spécifications accessibles au public (PAS) et des Guides (ci-après dénommés "Publication(s) de la CEI"). Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec la CEI, participent également aux travaux. La CEI collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de la CEI concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de la CEI intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de la CEI se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de la CEI. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que la CEI s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; la CEI ne peut pas être tenue responsable de l'éventuelle mauvaise utilisation ou interprétation qui en est faite par un quelconque utilisateur final.
- 4) Dans le but d'encourager l'uniformité internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de la CEI dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de la CEI et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) La CEI n'a prévu aucune procédure de marquage valant indication d'approbation et n'engage pas sa responsabilité pour les équipements déclarés conformes à une de ses Publications.
- 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 averti de leur existence.

La Norme internationale CEI 60079-0 a été établie par le comité d'études 31 de la CEI : Equipements pour atmosphères explosives.

Cette cinquième édition annule et remplace la quatrième édition parue en 2004 et constitue une révision technique complète.

Les principales modifications apportées par rapport à l'édition précédente sont indiquées ci-dessous:

- Les exigences relatives aux atmosphères de poussières explosives ont été transférées de la CEI 61241-0
- Le marquage du groupe « II » considéré isolément a été remplacé par « IIA », « IIB » ou « IIC » parce que certaines des exigences relatives aux enveloppes sont maintenant propres à un sous-groupe spécifique.
- Les groupes pour les poussières sont définis comme Groupes IIIA, IIIB et IIIC.

- Des limites sont introduites pour les rayonnements ultrasoniques et les rayonnements électromagnétiques.
- Un rappel des exigences relatives aux phénomènes électrostatiques a été transféré de la CEI 60079-26.
- Le niveau de protection du matériel (EPL) a été introduit.
- Le terme « appareil » a (le cas échéant) été remplacé par « matériel ».

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
31/708/FDIS	31/718/FDIS

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

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

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

Les futures normes de cette série porteront le nouveau titre général cité ci-dessus. Les titres des normes existantes de la série seront mis à jour à l'occasion d'une nouvelle édition.

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant la date de 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 0: Matériel – Exigences générales

1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 60079 spécifie les exigences générales de construction, d'essais et de marquage du matériel électrique et des composants Ex destinés à être utilisés dans des atmosphères explosives.

Sauf indication contraire dans l'une des autres normes apportant des compléments à la présente norme, le matériel conforme à cette norme est prévu pour une utilisation dans des emplacements dangereux dans lesquels des atmosphères explosives existent dans des conditions atmosphériques normales:

- de température -20 °C à $+60\text{ °C}$;
- de pression 80 kPa (0,8 bar) à 110 kPa (1,1 bar); et
- d'air avec teneur normale en oxygène, typiquement 21 % v/v.

L'utilisation de matériels dans des conditions atmosphériques hors de ces conditions exige une attention particulière et peut nécessiter une évaluation complémentaire et des essais complémentaires.

NOTE 1 Bien que les conditions atmosphériques normales ci-dessus s'étendent de -20 °C à $+60\text{ °C}$, la gamme de températures ambiantes normale pour le matériel est de -20 °C à $+40\text{ °C}$, sauf spécification contraire dûment marquée. Voir 5.1.1.

NOTE 2 Lors de la conception d'un matériel pour un fonctionnement dans des atmosphères explosives et dans des conditions autres que les conditions atmosphériques données ci-dessus, la présente norme peut être utilisée comme guide. Cependant, des essais complémentaires sont recommandés, relatifs en particulier aux conditions d'utilisation prévues. Cela est particulièrement important lorsque les modes de protection par « enveloppe antidéflagrante «d» » (CEI 60079-1) et par « sécurité intrinsèque «i» » (CEI 60079-11 ou CEI 61241-11) sont appliqués.

NOTE 3 Les exigences données dans la présente norme résultent d'une évaluation des risques d'inflammation réalisée sur le matériel électrique. Les sources d'inflammation prises en compte sont celles que l'on trouve sur ce type de matériel, telles que les surfaces chaudes, les étincelles d'origine mécanique, les réactions thermiques, les arcs électriques et les décharges d'électricité statique dans des environnements industriels normaux.

NOTE 4 Il est admis qu'avec les progrès technologiques, il est possible de réaliser les objectifs des normes de la série CEI 60079 concernant la prévention en matière d'explosion par des méthodes qui ne sont pas encore entièrement définies. Lorsqu'un constructeur souhaite tirer profit de tels progrès, la présente norme internationale ainsi que d'autres normes de la série CEI 60079 peuvent être appliquées en partie. Il est attendu que le constructeur prépare la documentation qui définit clairement la façon dont les normes de la série CEI 60079 ont été appliquées, ainsi qu'une explication complète des techniques supplémentaires employées. La désignation "Ex s" a été réservée pour indiquer un mode de protection qui n'est pas défini par la série de normes CEI 60079, mais pouvant être référencé dans des exigences nationales.

NOTE 5 Lorsqu'une atmosphère explosive gazeuse et une atmosphère de poussières combustibles sont ou peuvent être présentes simultanément, il convient de considérer la présence simultanée des deux atmosphères et elle peut exiger des mesures de protections supplémentaires.

La présente norme ne spécifie pas d'exigences de sécurité autres que celles directement liées au risque d'explosion. Les autres sources d'inflammation telles que la compression adiabatique, les ondes de choc, les réactions chimiques exothermiques, l'auto-inflammation des poussières, les flammes nues, les gaz et liquides chauds, ne sont pas traitées par la présente norme.

NOTE 6 Il convient que de tels matériels soient soumis à une analyse de risque qui identifie et dresse la liste de toutes les sources potentielles d'inflammation du matériel électrique ainsi que les dispositions à appliquer afin que celles-ci ne deviennent actives.

La présente norme est complétée ou modifiée par les normes suivantes relatives à des modes de protection spécifiques:

- CEI 60079-1: Gaz – Enveloppes antidéflagrantes «d»;
- CEI 60079-2: Gaz – Enveloppes à surpression interne «p»;
- CEI 60079-5: Gaz – Remplissage pulvérulent «q»;
- CEI 60079-6: Gaz – Immersion dans l'huile «o»;
- CEI 60079-7: Gaz – Sécurité augmentée «e»;
- CEI 60079-11: Gaz – Sécurité intrinsèque «i»;
- CEI 60079-15: Gaz – Mode de protection «n»;
- CEI 60079-18: Gaz et poussières – Encapsulage «m» ;
- CEI 61241-1: Poussières – Enveloppes « tD » ;
- CEI 61241-2 (CEI 61241-4): Poussières – Surpression interne « pD » ;
- CEI 61241-11: Poussières – Sécurité intrinsèque « iD ».

NOTE 7 Les exigences de l'ancienne CEI 61241-18, Encapsulage « mD », ont été incorporées dans la CEI 60079-18.

La présente norme est complétée ou modifiée par les normes suivantes relatives aux matériels:

CEI 60079-25: Matériel électrique pour atmosphères explosives gazeuses – Partie 25: Systèmes de sécurité intrinsèque

CEI 60079-26: Atmosphères explosives – Partie 26: Matériel d'un niveau de protection du matériel (EPL) Ga

CEI 60079-28: Atmosphères explosives – Partie 28 : Protection du matériel et des systèmes de transmission utilisant le rayonnement optique

CEI 62013-1: Lampes-chapeaux utilisables dans les mines grisouteuses – Partie 1: Exigences générales – Construction et essais liés au risque d'explosion

CEI 60079-30-1: Atmosphères explosives – Partie 30-1 : Traçage par résistance électrique – Exigences générales et d'essais.

La présente norme et les autres normes complémentaires mentionnées ci-dessus ne s'appliquent pas à la construction :

- du matériel électromédical,
- de détonateurs de mise à feu,
- de dispositifs d'essai pour détonateurs, et
- de circuits d'allumage d'explosifs.

2 Références normatives

Les documents référencés suivants sont indispensables pour l'application du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, c'est la dernière édition du document référencé (y compris tous les amendements) qui s'applique.

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

CEI 60034-5, *Machines électriques tournantes – Partie 5: Classification des degrés de protection procurés par les enveloppes des machines électriques tournantes (code IP)*

CEI 60050(426), *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) – Chapitre 426: Matériel électrique pour atmosphères explosives*

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

CEI 60079-2, *Atmosphères explosives – Partie 2: Protection du matériel par enveloppes à surpression interne «p»*

CEI 60079-4, *Matériel électrique pour atmosphères explosives – Partie 4: Méthode d'essai pour la détermination de la température d'inflammation*

CEI 60079-5, *Atmosphères explosives – Partie 5: Protection du matériel par remplissage pulvérulent «q»*

CEI 60079-6, *Atmosphères explosives – Partie 6: Protection du matériel par immersion dans l'huile «o»*

CEI 60079-7, *Atmosphères explosives – Partie 7: Protection de l'équipement par sécurité augmentée «e'»*

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

CEI 60079-15, *Matériel électrique pour atmosphères explosives gazeuses – Partie 15: Construction, essais et marquage des matériels électriques du type de protection « n »*

CEI 60079-18, *Matériel électrique pour atmosphères explosives gazeuses – Partie 18: Construction, essais et marquage des matériels électriques du type de protection par encapsulage « m »*

CEI 60079-25: *Matériel électrique pour atmosphères explosives gazeuses – Partie 25: Systèmes de sécurité intrinsèque*

CEI 60079-26: *Atmosphères explosives – Partie 26: Matériel d'un niveau de protection du matériel (EPL) Ga*

CEI 60079-28: *Atmosphères explosives – Partie 28: Protection du matériel et des systèmes de transmission utilisant le rayonnement optique*

CEI 60079-30-1: *Atmosphères explosives – Partie 30-1 : Traçage par résistance électrique – Exigences générales et d'essais*

CEI 60079-31 : *Atmosphères explosives – Partie 31 : Protection du matériel contre l'inflammation des poussières par enveloppe « tD »*

CEI 60086-1, *Piles électriques – Partie 1: Généralités*

CEI 60095-1, *Batteries d'accumulateurs de démarrage au plomb – Partie 1: Exigences générales et méthodes d'essais*

CEI 60192, *Lampes à vapeur de sodium à basse pression – Prescriptions de performance*

CEI 60216-1, *Matériaux isolants électriques – Propriétés d'endurance thermique – Partie 1: Méthodes de vieillissement et évaluation des résultats d'essai*

CEI 60216-2, *Matériaux isolants électriques – Propriétés d'endurance thermique – Partie: 2 : Détermination des propriétés d'endurance thermique de matériaux isolants électriques – Choix de critères d'essai*

CEI 60243-1, *Rigidité électrique des matériaux isolants – Méthodes d'essai – Partie 1 : Essais aux fréquences industrielles*

CEI 60423, *Conduits de protection des conducteurs – Diamètres extérieurs des conduits pour installations électriques et filetages pour conduits et accessoires*

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

CEI 60622, *Accumulateurs alcalins et autres accumulateurs à électrolyte non acide – Eléments individuels parallélépipédiques rechargeables étanches au nickel-cadmium*

CEI 60623, *Accumulateurs alcalins et autres accumulateurs à électrolyte non acide – Eléments individuels parallélépipédiques rechargeables ouverts au nickel-cadmium*

IEC 60662, *Lampes à vapeur de sodium à haute pression*

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

CEI 60947-1, *Appareillage à basse tension – Partie 1: Règles générales*

CEI 61056-1, *Batteries d'accumulateurs au plomb-acide pour usage général (types à soupapes) – Partie 1: Prescriptions générales et caractéristiques fonctionnelles – Méthodes d'essai*

CEI 61241-1, *Matériels électriques pour utilisation en présence de poussières combustibles – Partie 1: Protection par enveloppes « tD »*

CEI 61241-4, *Matériels électriques destinés à être utilisés en présence de poussières combustibles – Partie 4 : Type de protection « pD »*

CEI 61241-11, *Matériels électriques pour utilisation en présence de poussières combustibles – Partie 11: Protection par sécurité intrinsèque «iD»*

CEI 61951-1, *Accumulateurs alcalins et autres accumulateurs à électrolyte non acide – Accumulateurs individuels portables étanches – Partie 1: Nickel-cadmium*

CEI 61951-2, *Accumulateurs alcalins et autres accumulateurs à électrolyte non acide – Accumulateurs individuels portables étanches – Partie 2: Nickel-métal hydrures*

CEI 62013-1, *Lampes-chapeaux utilisables dans les mines grisouteuses – Partie 1: Exigences générales – Construction et essais liés au risque d'explosion*

ISO 48, *Caoutchouc vulcanisé ou thermoplastique – Détermination de la dureté (dureté comprise entre 10 DIDC et 100 DIDC)*

ISO 178, *Plastiques – Détermination des propriétés en flexion*

ISO 179 (toute la série), *Plastiques – Détermination des caractéristiques au choc Charpy*

ISO 262, *Filetages métriques ISO pour usages généraux – Sélection de dimensions pour la boulonnerie*

ISO 273, *Eléments de fixation – Trous de passage pour vis*

ISO 286-2, *Système ISO de tolérances et d'ajustements – Partie 2: Tables des degrés de tolérance normalisés et des écarts limites des alésages et des arbres*

ISO 527-2, *Plastiques – Détermination des propriétés en traction – Partie 2: Conditions d'essai des plastiques pour moulage et extrusion*

ISO 965-1, *Filetages métriques ISO pour usages généraux – Tolérances – Partie 1: Principes et données fondamentales*

ISO 965-3, *Filetages métriques ISO pour usages généraux – Tolérances – Partie 3: Ecart pour filetage de construction*

ISO 1817, *Caoutchoucs vulcanisés – Détermination de l'action des liquides (disponible en anglais seulement)*

ISO 4014, *Vis à tête hexagonale partiellement filetées – Grades A et B*

ISO 4017, *Vis à tête hexagonale entièrement filetées – Grades A et B*

ISO 4026, *Vis sans tête à six pans creux, à bout plat*

ISO 4027, *Vis sans tête à six pans creux, à bout tronconique*

ISO 4028, *Vis sans tête à six pans creux, à téton*

ISO 4029, *Vis sans tête à six pans creux, à bout cuvette*

ISO 4032, *Ecrous hexagonaux, style 1 – Grades A et B*

ISO 4762, *Vis à tête cylindrique à six pans creux*

ISO 4892-1, *Plastiques – Méthodes d'exposition à des sources lumineuses de laboratoire – Partie 1: Guide général*

ANSI/UL 746B, *Polymeric Materials – Long-term Property Evaluations (disponible en anglais seulement)*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions suivants s'appliquent.

Pour les définitions de tous les autres termes, particulièrement ceux de nature plus générale, des références peuvent être faites à la CEI 60050 (426) ou à d'autres parties appropriées du VEI (Vocabulaire Electrotechnique International).

3.1

température ambiante

température de l'air ou de tout autre support, dans la proximité immédiate du matériel ou du composant

NOTE Cela ne se réfère pas à la température de tout support de procédé, à moins que le matériel ou composant soit totalement immergé dans le support de procédé. Voir 5.1.1.

3.2

matériel associé

matériel électrique qui contient des circuits à puissance limitée et à puissance non limitée et qui est construit de telle sorte que les circuits à puissance non limitée ne peuvent pas affecter négativement les circuits à puissance limitée

NOTE Le matériel associé peut être:

a) soit un matériel électrique qui possède un mode de protection inclus dans cette norme, pour une utilisation dans l'atmosphère explosive appropriée;

b) soit un matériel électrique non protégé de la sorte et qui en conséquence ne sera pas utilisé dans une atmosphère explosive, par exemple un enregistreur qui n'est pas situé dans une atmosphère explosive mais qui est connecté à un thermocouple situé dans une atmosphère explosive gazeuse où seule l'entrée de l'enregistreur est à puissance limitée.

3.3

éléments et accumulateurs

3.3.1

batterie (d'accumulateurs)

ensemble de deux éléments ou plus connectés entre eux pour augmenter la tension ou la capacité

3.3.2

capacité

quantité d'électricité ou de charge électrique qu'une batterie complètement chargée peut délivrer dans des conditions spécifiées

3.3.3

élément

ensemble d'électrodes et d'électrolytes constituant l'unité de base d'un accumulateur

3.3.4

charge

action de forcer le courant à travers un élément ou une batterie d'accumulateur dans le sens opposé au flux normal afin d'y restituer l'énergie

3.3.5

décharge sévère

événement qui réduit la tension de l'élément en dessous de la tension recommandée par le constructeur de l'élément ou de la batterie

3.3.6

élément (ou batterie) de sécurité inhérente (ihs)

pile (ou batterie) dans lequel le courant de court-circuit et la température maximale de surface sont limités à une valeur sûre par sa résistance interne

3.3.7

tension maximale en circuit ouvert (d'un élément ou d'un accumulateur)

tension maximale qui peut être atteinte dans des conditions normales, c'est-à-dire soit à partir d'une pile neuve, soit à partir d'un élément d'accumulateur juste après une charge complète

NOTE Voir Tableaux 10 et 11 présentant la tension maximale en circuit ouvert pour les éléments acceptables.

3.3.8

tension nominale

(d'un élément ou d'un accumulateur) tension spécifiée par le constructeur

3.3.9

élément ou batterie ouvert

accumulateur ou batterie, ayant un couvercle muni d'une ouverture par laquelle peuvent s'échapper les produits gazeux

3.3.10

pile ou batterie

système électrochimique capable de produire de l'énergie électrique par réaction chimique

3.3.11

charge inversée

action de forcer le courant à travers une pile ou un accumulateur dans le même sens que le flux normal, par exemple dans une batterie épuisée

3.3.12

élément ou batterie scellé(e) et hermétique au gaz

élément ou batterie qui reste fermé(e) et ne libère ni gaz ni liquide en fonctionnement dans les limites de charge ou de température spécifiées par le constructeur

NOTE 1 Ces éléments et batteries peuvent être équipés d'un dispositif de sécurité pour empêcher une pression interne dangereusement élevée. L'élément ou la batterie ne nécessite aucun complément d'électrolyte et il est conçu pour fonctionner pendant toute sa durée de vie dans son état hermétique initial.

NOTE 2 La définition ci-dessus est extraite de la CEI 60079-11. Elle diffère de la définition du VEI 486-01-20 et du VEI 486-01-21, du fait qu'elle s'applique soit à un élément soit à une batterie.

3.3.13

élément ou batterie régulé(e) par clapet hermétique

élément ou batterie fermé(e) dans des conditions normales mais qui dispose d'un dispositif qui permet l'échappement du gaz si la pression interne dépasse une valeur prédéterminée. Normalement, l'élément ne peut pas recevoir de complément d'électrolyte

3.3.14

accumulateur ou batterie

système électrochimique rechargeable électriquement capable d'accumuler l'énergie électrique et de la restituer par réaction chimique

3.3.15

conteneur (de batterie)

enveloppe qui contient une batterie

NOTE Le couvercle est une partie du conteneur de batterie.

3.4

traversée

dispositif isolant pour le passage d'un ou de plusieurs conducteurs à travers une cloison intérieure ou extérieure d'une enveloppe

3.5

entrée de câble

dispositif permettant d'introduire un ou plusieurs câbles électriques et/ou fibres optiques dans un matériel électrique afin de maintenir le mode de protection approprié

3.5.1**dispositif d'amarrage**

élément d'une entrée de câble empêchant qu'une traction ou une torsion exercée sur le câble se transmette aux connexions

3.5.2**presse-étoupe**

élément d'une entrée de câble agissant sur la bague d'étanchéité pour permettre à cette dernière de réaliser sa fonction

3.5.3**bague d'étanchéité**

bague utilisée dans les entrées de câbles ou les entrées de conduits pour assurer l'étanchéité entre l'entrée et le câble ou le conduit

3.5.4**entrée de câble Ex**

entrée de câble soumise aux essais séparément de l'enveloppe du matériel mais certifiée en tant que matériel et pouvant équiper l'enveloppe du matériel lors de l'installation

3.6**certificat**

document confirmant qu'un produit, un processus, un système, une personne, ou une organisation est conforme aux exigences spécifiées

NOTE Le certificat peut être soit la déclaration de conformité du fabricant, soit la reconnaissance de conformité de l'utilisateur, soit la certification (comme résultat d'une action par une tierce partie), comme défini dans l'ISO/CEI 17000.

3.7**entrée de conduit**

moyen permettant d'introduire un conduit dans un matériel électrique afin de maintenir le mode de protection approprié

3.8**éléments de raccordement**

bornes, vis ou autres éléments servant au raccordement électrique des conducteurs des circuits extérieurs

3.9**température de fonctionnement continu****COT**

température maximale qui assure la stabilité et l'intégrité du matériau pour la durée de vie totale ou partielle attendue du matériel, dans son utilisation prévue

3.10**degré de protection des enveloppes****IP**

classification numérique précédée par le symbole IP selon la CEI 60529, indiquant les mesures appliquées à l'enveloppe du matériel électrique pour assurer

- la protection des personnes contre les contacts ou l'approche des parties actives et contre les contacts avec des pièces en mouvement (autres que les arbres lisses en rotation et analogues) intérieures à l'enveloppe,
- la protection du matériel électrique contre la pénétration d'objets solides étrangers et,
- si cela figure dans la classification, la protection du matériel électrique contre les effets néfastes dus à l'entrée de l'eau

NOTE 1 Les détails des exigences des essais pour les machines électriques tournantes sont donnés dans la CEI 60034-5.

NOTE 2 L'enveloppe qui assure le degré de protection IP n'est pas nécessairement identique à l'enveloppe du matériel qui assure les modes de protection cités dans l'avant-propos.

3.11

poussières

terme général incluant à la fois les poussières combustibles et les particules combustibles en suspension dans l'air

3.11.1

poussières combustibles

particules solides très fines, de taille nominale de l'ordre de 550 µm ou moins, pouvant être en suspension dans l'air, pouvant se déposer du fait de leur propre poids et qui peuvent brûler ou se consumer dans l'air et qui sont susceptibles de former les mélanges explosifs avec l'air dans des conditions de pression atmosphérique et de température normales

NOTE 1 Ceci comprend la poussière et les grains tels que définis dans l'ISO 4225.

NOTE 2 Le terme de particule solide désigne les particules en phase solide et non les phases liquides ou gazeuses, mais n'exclut pas une particule creuse.

3.11.1.1

poussières conductrices

poussières combustibles de résistivité électrique égale ou inférieure à $10^3 \Omega\cdot m$

NOTE La CEI 61241-2-2 donne la méthode d'essai pour déterminer la résistivité électrique des poussières.

3.11.1.2

poussières non conductrices

poussières combustibles de résistivité électrique supérieure à $10^3 \Omega\cdot m$

3.11.2

particules combustibles en suspension

particules solides y compris les fibres, en suspension et supérieures à 500 µm en taille nominale, qui peuvent rester en suspension dans l'air et qui peuvent se déposer sous l'effet de leur propre poids

NOTE Des exemples de particules combustibles en suspension: soie artificielle, coton, (y compris peluches et résidus d'essuyage), sisal, jute, chanvre, fibre de coco, étoupe et résidus de rembourrage.

3.12

enveloppe étanche aux poussières

enveloppe capable d'éviter la pénétration de toutes particules de poussière visibles

3.13

enveloppe protégée contre les poussières

enveloppe n'évitant pas entièrement la pénétration de poussière, mais dans laquelle la poussière ne peut entrer en quantité suffisante pour affecter le fonctionnement sûr du matériel et s'accumuler en un point à l'intérieur de l'enveloppe où elle serait susceptible d'engendrer un risque d'inflammation

3.14

matériel électrique

objets servant en tout ou en partie à la mise en jeu de l'énergie électrique

NOTE En font partie, entre autres, les objets destinés à la production, à la transmission, à la distribution, au stockage, à la mesure, à la régulation, à la transformation et à la consommation de l'énergie électrique, y compris pour les télécommunications.

3.15

paramètres électriques – matériel à puissance limitée

3.15.1**capacité externe maximale** C_o

capacité maximale qui peut être appliquée aux bornes d'un matériel sans invalider le mode de protection

3.15.2**inductance externe maximale** L_o

valeur maximale de l'inductance qui peut être appliquée aux bornes d'un matériel sans invalider le mode de protection

3.15.3**courant maximal d'entrée** I_i

courant maximal (valeur de crête en courant alternatif ou valeur en courant continu) qui peut être appliqué aux bornes d'un matériel sans invalider le mode de protection

3.15.4**puissance maximale d'entrée** P_i

puissance qui peut être appliquée aux bornes d'un matériel sans invalider le mode de protection

3.15.5**tension maximale d'entrée** U_i

tension maximale (valeur de crête en courant alternatif ou valeur en courant continu) qui peut être appliquée aux bornes d'un matériel sans invalider le mode de protection

3.15.6**capacité interne maximale** C_i

capacité équivalente interne maximale du matériel qui est considérée comme apparaissant aux bornes du matériel

3.15.7**inductance interne maximale** L_i

inductance équivalente interne maximale du matériel qui est considérée comme apparaissant aux bornes du matériel

3.15.8**courant maximal de sortie** I_o

courant maximal (valeur de crête en courant alternatif ou valeur en courant continu) dans un matériel, qui peut être extrait des bornes du matériel

3.15.9**puissance maximale de sortie** P_o

puissance maximale, dans un matériel, qui peut être prélevée sur le matériel

3.15.10**tension maximale de sortie** U_o

tension maximale (valeur de crête en courant alternatif ou valeur en courant continu) dans un matériel, qui peut apparaître aux bornes du matériel pour toute tension appliquée, jusqu'à la tension maximale

3.15.11

tension efficace maximale alternative ou continue

U_m

tension maximale qui peut être appliquée aux bornes à puissance non limitée du matériel associé, sans invalider le mode de protection

3.16

enveloppe

ensemble des parois, portes, couvercles, entrées de câbles, tiges, axes, arbres, etc. qui assurent le mode de protection et/ou le degré de protection IP du matériel électrique

3.17

matériel (pour atmosphères explosives)

terme général couvrant les appareils, les installations, les dispositifs, les composants et autres utilisés comme partie de, ou avec une installation électrique dans une atmosphère explosive

3.18

niveau de protection du matériel

EPL

niveau de protection assigné à un matériel, basé sur sa probabilité de devenir une source d'inflammation et distinguant les différences entre les atmosphères explosives gazeuses, les atmosphères de poussières explosives et les atmosphères explosives dans les mines grisouteuses

NOTE Le niveau de protection du matériel peut éventuellement être utilisé comme partie d'une évaluation de risque complète d'une installation, voir la CEI 60079-14.

3.18.1

EPL Ma

matériel pour installation dans une mine grisouteuse, ayant un «très haut» niveau de protection, qui possède une sécurité suffisante telle qu'il ne deviendra probablement pas une source d'inflammation dans des conditions normales de fonctionnement, des conditions de panne spécifiées ou des conditions de panne rares, même s'il est laissé sous tension en présence d'une émanation de gaz

3.18.2

EPL Mb

matériel pour installation dans une mine grisouteuse, ayant un «haut» niveau de protection, qui possède une sécurité suffisante telle qu'il ne deviendra probablement pas une source d'inflammation dans des conditions normales de fonctionnement, des conditions de panne spécifiées ou des conditions de panne rares, dans le laps de temps entre une déclaration de gaz et l'instant où il est hors tension

3.18.3

EPL Ga

matériel pour atmosphère explosive gazeuse, ayant un «très haut» niveau de protection, qui n'est pas une source d'inflammation dans des conditions normales de fonctionnement, des conditions de panne spécifiées ou des conditions de panne rares

3.18.4

EPL Gb

matériel pour atmosphère explosive gazeuse, ayant un «haut» niveau de protection, qui n'est pas une source d'inflammation dans des conditions normales de fonctionnement ou des conditions de panne spécifiées

3.18.5

EPL Gc

matériel pour atmosphère explosive gazeuse, ayant un niveau de protection «renforcé», qui n'est pas une source d'inflammation dans des conditions normales de fonctionnement, et qui

peut posséder certaines protection complémentaires pour assurer qu'il restera inactif comme source d'inflammation dans des cas fréquents et réguliers (par exemple défaillance d'une lampe)

3.18.6

EPL Da

matériel pour les atmosphères de poussière explosive, ayant un «très haut» niveau de protection et qui n'est pas une source d'inflammation dans des conditions normales de fonctionnement ou des conditions de panne spécifiées

3.18.7

EPL Db

matériel pour les atmosphères de poussière explosive, ayant un «haut» niveau de protection et qui n'est pas une source d'inflammation dans des conditions normales de fonctionnement ou des conditions de panne spécifiées

3.18.8

EPL Dc

matériel pour les atmosphères de poussière explosive, ayant un niveau «renforcé» de protection qui n'est pas une source d'inflammation en fonctionnement normal, et qui peut posséder certaines protections complémentaires pour assurer qu'il restera inactif comme source d'inflammation dans des cas fréquents et réguliers (par exemple défaillance d'une lampe)

3.19

élément d'obturation Ex

élément d'obturation fileté essayé séparément de l'enveloppe du matériel mais possédant un certificat de matériel et qui est destiné à être monté sur l'enveloppe du matériel sans autre disposition

NOTE 1 Ceci ne dispense pas d'un certificat de composant Ex pour l'élément d'obturation.

NOTE 2 Les éléments d'obturation non filetés ne sont pas des matériels.

3.20

composant Ex

partie de matériel électrique ou module (autre qu'une entrée de câble Ex), marquée du symbole «U», ne devant pas être utilisée seule et nécessitant une certification complémentaire lorsqu'elle est incorporée à un matériel électrique ou à un système pour atmosphères explosives

3.21

adaptateur fileté Ex

adaptateur fileté essayé séparément de l'enveloppe du matériel mais possédant un certificat de matériel et qui est destiné à être monté sur l'enveloppe du matériel sans autre disposition

NOTE Ceci ne dispense pas d'un certificat de composant Ex pour l'adaptateur fileté.

3.22

atmosphère explosive

mélange d'air, dans des conditions atmosphériques, avec des substances inflammables sous forme de gaz, de vapeur, de poussières, de fibres ou de particules en suspension dans lequel, après inflammation, la combustion se propage à l'ensemble du mélange non brûlé

3.23

atmosphère de poussières explosive

mélange d'air, dans des conditions atmosphériques, avec des substances inflammables sous forme de poussières, de fibres ou de particules en suspension dans lequel, après inflammation, la combustion se propage à l'ensemble du mélange non brûlé

3.24

atmosphère explosive gazeuse

mélange avec l'air, dans des conditions atmosphériques, de substances inflammables sous forme de gaz, vapeurs ou brouillards, dans lequel, après inflammation, la combustion se propage à l'ensemble du mélange non brûlé

2.25

mélange explosif d'essai

mélange explosif spécifié utilisé pour les essais du matériel électrique pour atmosphères explosives gazeuses

3.26

température d'inflammation d'une atmosphère explosive gazeuse

température la plus basse d'une surface chaude qui, dans des conditions spécifiées conformément à la CEI 60079-4, enflammera une substance inflammable sous la forme d'un mélange de gaz ou de vapeur avec l'air

3.27

température d'inflammation d'une couche de poussière

plus basse température d'une surface chaude à laquelle l'inflammation se produit dans une couche de poussière d'épaisseur spécifiée présente sur cette surface chaude

NOTE La température d'inflammation d'une couche de poussière peut être déterminée par la méthode d'essai donnée dans la CEI 61241-2-1.

3.28

température d'inflammation d'un nuage de poussières

plus basse température d'une paroi intérieure chaude d'un four à laquelle l'inflammation d'un nuage de poussières se produit, dans l'air contenu à l'intérieur de ce four

NOTE La température d'inflammation d'un nuage de poussière peut être déterminée par la méthode d'essai donnée dans la CEI 61241-2-1.

3.29

panne

matériel ou composant qui ne réalise pas sa fonction prévue par rapport à la protection contre l'explosion

NOTE Dans le cadre de la présente norme, cela peut se produire pour différentes raisons, parmi lesquelles:

- défaillance d'un (ou de plusieurs) composant du matériel ou du composant ;
- perturbations externes (par exemple: chocs, vibrations, champs électromagnétiques) ;
- erreur ou déficience de conception (par exemple erreurs logicielles) ;
- perturbation de l'alimentation électrique ou d'autres services ;
- perte du contrôle par l'opérateur (particulièrement pour le matériel portable).

3.29.1

panne spécifiée

perturbations ou pannes du matériel qui apparaissent normalement, en pratique

3.29.2

panne rare

type de panne qui est réputé connu mais uniquement dans de rares cas. Deux pannes indépendantes et spécifiées qui séparément ne créeraient pas de source d'inflammation mais qui ensemble créent une source d'inflammation sont considérées comme une panne unique et rare

3.30

température maximale de surface

température la plus élevée, atteinte en service dans les conditions les plus défavorables (mais à l'intérieur des tolérances reconnues) par toute partie ou toute surface d'un matériel électrique susceptible de provoquer une inflammation de l'atmosphère explosive environnante

NOTE 1 Pour le matériel électrique situé dans une atmosphère explosive gazeuse, cette température peut être atteinte dans un composant interne ou sur la surface externe de l'enveloppe, en fonction du mode de protection mis en oeuvre.

NOTE 2 Pour le matériel électrique situé dans une atmosphère de poussières explosive, cette température peut être atteinte sur la surface externe de l'enveloppe et peut dépendre d'une condition de couche de poussière définie.

3.31

fonctionnement normal

fonctionnement électrique et mécanique du matériel en conformité avec sa spécification et dans les limites spécifiées par le constructeur

NOTE 1 Les limites spécifiées par le constructeur peuvent inclure des conditions de fonctionnement continu, par exemple le fonctionnement d'un moteur.

NOTE 2 La variation de l'alimentation dans des limites établies ou toute autre tolérance fonctionnelle, fait partie des conditions normales de fonctionnement.

3.32

radiofréquences

3.32.1

temps d'intégration

intervalle de temps pendant lequel la puissance de seuil est intégrée

3.32.2

transmission continue

transmission dont la durée de l'impulsion est supérieure à la moitié du temps d'initiation thermique

3.32.3

transmission à impulsions

transmission dont la durée de l'impulsion est plus courte que la moitié du temps d'initiation thermique, mais dont l'intervalle de temps entre deux impulsions consécutives est cependant supérieur à trois fois le temps d'initiation thermique

3.32.4

temps d'initiation thermique

temps pendant lequel l'énergie déposée par l'étincelle s'accumule dans un petit volume de gaz alentour sans dissipation thermique significative

NOTE Pour des temps inférieurs au temps d'initiation thermique, l'énergie totale fournie par l'étincelle déterminera si oui ou non il y aura inflammation. Pour des temps plus longs, la puissance ou la vitesse à laquelle l'énergie est déposée devient le facteur déterminant pour l'inflammation.

3.32.5

énergie de seuil

Z_{th}

pour une décharge radiofréquence impulsionnelle, l'énergie maximale d'une impulsion unique qui peut être extraite du corps receveur

3.32.6

puissance de seuil

P_{th}

produit de la puissance effective de sortie de l'émetteur multipliée par le gain de l'antenne

3.33

valeur assignée

valeur d'une grandeur, fixée généralement par le constructeur, pour un fonctionnement spécifié d'un composant, d'un dispositif ou d'un matériel

3.34

caractéristiques assignées

ensemble des valeurs assignées et des conditions de fonctionnement

3.35

ensemble de batteries remplaçable

ensemble consistant en un ou plusieurs éléments avec tous composants de protection intégrés, qui constitue un ensemble complet remplaçable d'accumulateurs

3.36

température de service

température atteinte lorsque le matériel est en fonctionnement à ses caractéristiques assignées

NOTE Chaque matériel peut atteindre des températures de service différentes dans des parties différentes.

3.37

symbole «U»

symbole utilisé pour désigner un composant Ex

NOTE Le symbole « U » est utilisé pour identifier le fait que le matériel est incomplet et qu'il n'est pas adapté pour une installation sans une évaluation complémentaire.

3.38

symbole «X»

symbole utilisé pour désigner des conditions particulières d'utilisation

NOTE Le symbole « X » est utilisé pour permettre d'identifier le fait que des informations essentielles pour l'installation, l'utilisation et la maintenance du matériel, sont données dans le certificat.

3.39

logement de raccordement

logement séparé, ou partie d'une enveloppe principale, en communication ou non avec l'enveloppe principale, et contenant les éléments de raccordement

3.40

essai individuel

essai auquel est soumis chaque dispositif en cours ou en fin de fabrication pour vérifier qu'il satisfait à des critères définis

3.41

essai de type

essai effectué sur un ou plusieurs dispositifs d'une conception donnée pour vérifier que cette conception répond à certaines spécifications

3.42

mode de protection

mesures spécifiques appliquées au matériel électrique pour éviter l'inflammation d'une atmosphère explosive environnante

3.43

tension de service

valeur efficace la plus élevée d'une tension alternative ou valeur d'une tension continue appliquée à toute isolation particulière et qui peut apparaître quand le matériel est alimenté à la tension assignée

NOTE 1 Les transitoires ne sont pas pris en compte.

NOTE 2 Les deux conditions, circuit ouvert et fonctionnement normal, sont à prendre en compte.

4 Groupe de matériel

Le matériel électrique pour atmosphères explosives est réparti dans les groupes suivants:

4.1 Groupe I

Le matériel électrique de Groupe I est destiné à une utilisation dans les mines grisouteuses.

NOTE Les modes de protection pour le Groupe I prennent en compte l'inflammation du grisou et des poussières de charbon par la protection physique renforcée pour le matériel en utilisation souterraine.

Le matériel électrique destiné aux mines dans lesquelles l'atmosphère peut, en plus du grisou, contenir des proportions appréciables d'autres gaz inflammables (c'est-à-dire autres que le méthane) doit être construit et soumis aux essais conformément aux exigences du Groupe I et également à celles de la subdivision du Groupe II qui correspond aux autres gaz inflammables significatifs. Ce matériel électrique doit donc être marqué de façon appropriée (par exemple «Ex d I/IIB T3» ou «Ex d I/II (NH₃)»).

4.2 Groupe II

Le matériel électrique du Groupe II est destiné à une utilisation dans les emplacements où il existe une atmosphère explosive gazeuse, autres que les mines grisouteuses.

Le matériel électrique du Groupe II peut faire l'objet de subdivisions en fonction des caractéristiques de l'atmosphère explosive gazeuse à laquelle il est destiné.

Subdivisions du Groupe II

- IIA, un gaz typique est le propane
- IIB, un gaz typique est l'éthylène
- IIC, un gaz typique est l'hydrogène

NOTE 1 Cette subdivision est basée sur l'interstice expérimental maximal de sécurité (IEMS) pour les enveloppes antidéflagrantes ou sur le rapport de courant minimal d'inflammation (rapport CMI) pour le matériel électrique à sécurité intrinsèque (voir la CEI 60079-12 et la CEI 60079-20).

NOTE 2 Les matériels marqués IIB conviennent pour les applications exigeant des matériels du Groupe IIA. De même, les matériels marqués IIC conviennent pour des applications exigeant des matériels des Groupes IIA ou IIB.

4.3 Groupe III

Le matériel électrique du Groupe III est destiné à une utilisation dans les emplacements où il existe une atmosphère de poussières explosive, autres que les mines grisouteuses.

Le matériel électrique du Groupe III peut faire l'objet de subdivisions en fonction des caractéristiques de l'atmosphère de poussières explosive à laquelle il est destiné.

Subdivisions du Groupe III

- IIIA: particules combustibles en suspension

- IIIB: poussières non conductrices
- IIIC: poussières conductrices.

NOTE Le matériel marqué IIIB est adapté aux applications exigeant du matériel de Groupe IIIA. De même, un matériel marqué IIIC est adapté aux applications exigeant du matériel de Groupe IIIA ou de Groupe IIIB.

4.4 Matériel pour une atmosphère explosive particulière

Le matériel électrique peut être soumis à des essais en fonction d'une atmosphère explosive particulière. Dans ce cas, les informations doivent être enregistrées sur le certificat et le matériel électrique doit être marqué en conséquence.

5 Températures

5.1 Influences environnementales

5.1.1 Température ambiante

Le matériel électrique conçu pour une utilisation dans une gamme normale de températures ambiantes comprise entre -20 °C et $+40\text{ °C}$; ne nécessite aucun marquage additionnel de températures ambiantes. Cependant, lorsque le matériel électrique est conçu pour une utilisation dans une gamme de températures ambiantes différente, il est considéré comme étant spécial, et la gamme de températures ambiantes doit alors être spécifiée par le constructeur. Le marquage doit donc comprendre soit le symbole T_a ou T_{amb} suivi des températures ambiantes minimale et maximale, soit, si cela n'est pas réalisable, le symbole «X» doit être utilisé pour indiquer les conditions particulières d'utilisation qui incluent une gamme spéciale de températures ambiantes. Voir le point e) de 29.2 et le Tableau 1.

NOTE La gamme de températures ambiantes peut être une gamme réduite, par exemple $-5\text{ °C} \leq T_{amb} \leq 15\text{ °C}$.

Tableau 1 – Températures ambiantes d'utilisation et marquage additionnel

Matériel électrique	Température ambiante d'utilisation	Marquage additionnel
Normal	Maximale: $+40\text{ °C}$ Minimale: -20 °C	Aucun
Spécial	Indiquée par le constructeur	T_a ou T_{amb} avec la gamme spéciale, par exemple: $-30\text{ °C} \leq T_a \leq +40\text{ °C}$ ou le symbole "X"

5.1.2 Source externe d'échauffement ou de refroidissement

Lorsque le matériel électrique est destiné à être physiquement relié à une source de chauffage ou de refroidissement externe séparée, telle qu'une cuve ou une canalisation chauffée ou refroidie, les caractéristiques assignées de cette source externe doivent être spécifiées dans les instructions du fabricant.

NOTE 1 Ces caractéristiques assignées seront exprimées différemment en fonction de la nature de la source. Pour les sources généralement plus grandes que le matériel, la température maximale ou minimale sera généralement suffisante. Pour les sources généralement plus petites que le matériel, ou pour la conduction de la chaleur à travers une isolation thermique, la vitesse du flux de chaleur peut être appropriée.

NOTE 2 Il peut être nécessaire de prendre en compte l'influence de la chaleur rayonnée sur l'installation finale. Voir la CEI 60079-14.

5.2 Température de service

Lorsque la présente norme, ou la norme concernant le mode spécifique de protection, exige que la température de service soit déterminée pour tout emplacement dans le matériel, la température doit être déterminée pour les caractéristiques assignées du matériel électrique, lorsque le matériel est soumis à la température ambiante maximale ou minimale et, le cas

échéant, la source d'échauffement ou de refroidissement externe assignée maximale. Si elle est requise, la mesure de température d'utilisation doit être en accord avec 26.5.1.

NOTE Les caractéristiques assignées du matériel électrique comprennent la température ambiante, les caractéristiques de l'alimentation électrique, la charge, le cycle de charge ou le type de charge, tels qu'assignés par le fabricant.

5.3 Température maximale de surface

5.3.1 Détermination de la température maximale de surface

La température maximale de surface doit être déterminée conformément à 26.5.1 ou à l'exigence particulière de la norme concernant le mode de protection, et avec le matériel soumis à la température ambiante maximale, et le cas échéant, avec la source d'échauffement externe assignée maximale.

5.3.2 Limitation de la température maximale de surface

5.3.2.1 Matériel électrique du Groupe I

Pour le matériel électrique du Groupe I, la température maximale de surface doit être spécifiée dans la documentation correspondante, conformément à l'Article 24.

Cette température maximale de surface ne doit pas être supérieure à:

- 150 °C pour toute surface où une couche de poussière de charbon peut se former,
- 450 °C si la formation d'une couche de poussière de charbon est peu probable (en raison par exemple d'une enveloppe protégée contre les poussières).

NOTE Lors du choix d'un matériel électrique du Groupe I, il convient que l'utilisateur tienne compte de l'influence et de la température de combustion des poussières de charbon si elles sont susceptibles de se déposer en couche sur des surfaces de température supérieure à 150 °C.

5.3.2.2 Matériel électrique du Groupe II

La température maximale de surface déterminée (voir 26.5.1) ne doit pas être supérieure à:

- la classe de température assignée (voir Tableau 2), ou
- la température maximale de surface assignée ou
- éventuellement, la température d'inflammation du gaz particulier pour lequel il est prévu.

Tableau 2 – Classification des températures maximales de surface des matériels électriques du Groupe II

Classe de températures	Température maximale de surface
	°C
T1	450
T2	300
T3	200
T4	135
T5	100
T6	85

NOTE Plus d'une classe de températures peuvent être établies pour différentes températures ambiantes et différentes sources d'échauffement ou de refroidissement.

5.3.2.3 Matériel électrique de Groupe III

5.3.2.3.1 Température maximale de surface déterminée sans couche de poussière

La température maximale de surface déterminée (voir 26.5.1) ne doit pas être supérieure à :

- la température maximale de surface assignée ou
- la température d'inflammation de la couche ou du nuage de la poussière combustible spécifique qui est prévue.

5.3.2.3.2 Température maximale de surface en considérant des couches de poussières

En plus de la température maximale de surface exigée en 5.3.2.3.1, la température maximale de surface peut aussi être déterminée pour une épaisseur donnée, T_L , de poussières entourant toutes les faces du matériel, sauf spécification contraire exprimée dans la documentation, et le matériel est marqué « X » pour indiquer cette condition particulière d'utilisation, conformément au point d) de 29.4.

NOTE 1 Une épaisseur maximale de couche, T_L , peut être spécifiée par le fabricant.

NOTE 2 Des informations complémentaires sur l'application du matériel sur lequel une épaisseur de poussières accumulées dépasse 50 mm sont données dans la CEI 61241-14.

5.3.3 Température des petits composants des matériels électriques de Groupe I ou de Groupe II

La température maximale de surface ne doit pas excéder la classe de température sauf dans les cas suivants.

Les petits composants, par exemple les transistors ou les résistances dont la température dépasse la valeur permise par le classement en température, sont acceptables à condition qu'ils répondent à l'une des exigences suivantes:

- a) lorsqu'ils sont soumis à essai selon 26.5.3, les petits composants ne doivent pas provoquer l'inflammation du mélange inflammable, et aucune déformation ou détérioration due à une température plus élevée ne doit endommager le mode de protection; ou
- b) pour la classe T4 et le Groupe I, les petits composants doivent être conformes aux Tableaux 3a et 3b; ou
- c) pour la classe T5, la température de surface d'un composant dont la surface est inférieure à 1 000 mm² (en excluant les conducteurs de sortie) ne doit pas dépasser 150 °C.

Tableau 3a – Evaluation du classement en température, en fonction de la taille du composant et à la température ambiante de 40 °C

Surface totale à l'exclusion des connexions	Groupe II T4		Groupe I	
			Sans poussières	
	Température maximale de surface	Puissance maximale dissipée	Température maximale de surface	Puissance maximale dissipée
	°C	W	°C	W
<20 mm ²	275		950	
≥20 mm ² ≤1 000 mm ²	200, ou	1,3		3,3
>1 000 mm ²		1,3		3,3

Tableau 3b – Evaluation du classement en température, en fonction de la taille du composant – Variation de la puissance dissipée maximale avec la température ambiante

Température ambiante maximale	°C	Groupe de matériel	40	50	60	70	80
Puissance maximale dissipée	W	Groupe II	1,3	1,25	1,2	1,1	1,0
		Groupe I	3,3	3,22	3,15	3,07	3,0

Pour les potentiomètres, la surface à considérer est celle de l'élément résistif et non la surface externe du composant. Les conditions d'implantation, et l'effet de dissipation thermique et de refroidissement de toute la structure du potentiomètre doivent être pris en considération pendant l'essai. La température doit être mesurée sur la piste où le courant circule, dans les conditions d'essai exigées par la norme applicable au mode de protection spécifique. Si cela entraîne une valeur de résistance inférieure à 10 % de la valeur de résistance de la piste, les mesures doivent être faites à 10 % de la valeur de résistance de la piste.

Pour les composants dont la surface totale n'est pas supérieure à 1 000 mm², la température de surface peut excéder celle de la classe marquée pour les matériels électriques du Groupe II ou la température maximale de surface correspondante pour les matériels électriques du Groupe I, s'il n'y a pas de risque d'inflammation à partir de ces surfaces, avec une marge de sécurité de

- 50 K pour T1, T2 et T3,
- 25 K pour T4, T5 et T6, ainsi que pour le Groupe I.

Cette marge de sécurité doit être assurée par l'expérience acquise sur des composants similaires ou par des essais du matériel électrique lui-même, dans un mélange explosif représentatif.

NOTE Pendant les essais, la marge de sécurité peut être simulée par un accroissement de la température.

6 Exigences pour tous les matériels électriques

6.1 Généralités

Le matériel électrique et les composants Ex doivent

- a) répondre aux exigences de la présente norme avec une ou plusieurs normes spécifiques citées à l'Article 1, et

NOTE 1 Ces normes spécifiques peuvent modifier les exigences de la présente norme.

NOTE 2 Toutes les exigences pour les entrées de câble marquées comme mode de protection « e » sont données dans la CEI 60079-0.

- b) être construits conformément aux exigences de sécurité applicables des normes industrielles appropriées.

NOTE 3 La vérification de la conformité à cette exigence par un organisme de certification n'est pas une exigence de la présente norme. Il convient que le constructeur indique la conformité en marquant le matériel ou le composant conformément à l'Article 29 (et en établissant les bases de conformité dans la documentation; voir Article 28).

NOTE 4 Si le matériel électrique ou le composant Ex est appelé à supporter des contraintes particulières en service (par exemple manipulations brutales, effets de l'humidité, variations de température de l'air ambiant, effets d'agents chimiques, corrosion), il convient que l'utilisateur les spécifie au constructeur. Si la certification est recherchée, le fait que l'organisme de certification confirme la pertinence des contraintes n'est pas une exigence de la présente norme. Il convient que des précautions particulières soient prises lorsque les effets de vibration sur les bornes, les supports de fusible, les douilles de lampes et les connexions porteuses de courant en général, peuvent diminuer la sécurité, à moins qu'elles soient conformes aux normes spécifiques.

6.2 Résistance mécanique du matériel

Le matériel doit être soumis aux essais de 26.4. Des dispositifs de protection utilisés pour protéger contre les chocs ne doivent être détachables que par l'utilisation d'un outil et ils doivent être laissés en place pour les essais de choc exigés.

6.3 Temps d'ouverture

Les enveloppes qui peuvent être ouvertes en un temps plus court que

- a) le temps de décharge de tous les condensateurs incorporés, lorsqu'ils sont chargés à une tension de 200 V ou plus, jusqu'à une valeur d'énergie résiduelle de
- 0,2 mJ pour des matériels électriques du Groupe I ou du Groupe IIA, ou
 - 0,06 mJ pour des matériels électriques du Groupe IIB, ou
 - 0,02 mJ pour des matériels électriques du Groupe IIC, y compris les matériels marqués uniquement Groupe II,
 - 0,2 mJ pour le matériel électrique du Groupe III,

ou des niveaux d'énergie deux fois plus élevés que les niveaux d'énergie ci-dessus si la tension de charge est inférieure à 200 V, ou

- b) le temps nécessaire pour que la température de surface de composants chauds à l'intérieur de l'enveloppe soit inférieure à la température maximale de surface assignée du matériel électrique

doivent comporter l'un des marquages d'avertissement suivants:

- un marquage indiquant le délai d'ouverture de l'enveloppe, comme spécifié au point a) de 29.11; ou
- un marquage indiquant l'ouverture de l'enveloppe, comme spécifié au point b) de 29.11.

6.4 Courants de circulation

Si nécessaire, des dispositions doivent être prises afin de se protéger contre tout effet dû à la présence de courants de circulation provoqués par des champs magnétiques parasites, par exemple, des arcs ou des étincelles résultant de l'interruption de tels courants, ou des températures excessives provoquées par de tels courants.

NOTE 1 Les champs magnétiques parasites peuvent entraîner des courants significatifs circulant dans l'enveloppe de machines électriques tournantes les plus grandes, en particulier au cours du démarrage des moteurs. Il est important d'éviter la formation d'étincelles lors d'interruptions intermittentes de ces courants.

NOTE 2 Parmi les exemples de précautions à prendre, on peut citer:

- la mise en place de liaisons équipotentielles; ou
- la mise en place de quantités adéquates de dispositifs de fixation.

Les conducteurs de liaison doivent être tels qu'ils ne conduiront qu'à travers les points de connexion conçus à cet effet et non à travers les joints isolés. Afin d'assurer un transfert de courant sûr, sans risque de formation d'étincelles dans des conditions de fonctionnement défavorables, telles que la vibration ou la corrosion, les connexions doivent être protégées contre la corrosion et le desserrement conformément à 15.4. Une attention particulière doit être portée aux conducteurs nus souples à proximité des parties connectées.

Les conducteurs de liaison ne sont pas exigés lorsque l'isolation assure que les courants de circulation ne peuvent pas circuler entre des parties. L'isolation de telles parties doit être capable de résister à l'essai de 100 Veff pendant 1 min. Cependant, des dispositions doivent être prises pour une mise à la terre adéquate des parties conductrices exposées isolées.

6.5 Maintien des garnitures d'étanchéité

Lorsque le degré de protection fourni par l'enveloppe dépend d'un joint d'étanchéité prévu pour être ouvert à des fins d'installation ou d'entretien, les garnitures d'étanchéité doivent être attachées ou fixées à l'une des faces d'accouplement afin d'empêcher des pertes, des dommages ou des assemblages incorrects. Le matériau de la garniture d'étanchéité ne doit pas adhérer lui-même à l'autre face de raccordement.

NOTE Un adhésif peut être utilisé pour attacher une garniture à l'une des faces d'accouplement.

6.6 Matériel émettant une énergie rayonnée électromagnétique ou ultrasonique

Le niveau d'énergie ne doit pas excéder les valeurs données ci-dessous.

NOTE Des recommandations supplémentaires pour l'application de sources rayonnant de fortes puissances sont données dans CLC/TR50427.

6.6.1 Sources radio fréquences

La puissance de seuil de radio fréquences (9 kHz à 60 GHz) pour des transmissions continues et pour des transmissions à impulsions dont les durées d'impulsion excèdent le temps d'initiation thermique ne doit pas être supérieure aux valeurs données dans le Tableau 4. Les commandes par logiciel ou par programme permettant un réglage par l'utilisateur ne sont pas autorisées.

Tableau 4 – Seuils de puissance de radio fréquences

Matériel pour	Puissance de seuil W	Temps d'initiation thermique (durée d'intégration) (μ s)
Groupe I	6	200
Groupe IIA	6	100
Groupe IIB	3,5	80
Groupe IIC	2	20
Groupe III	6	200

NOTE Les mêmes valeurs sont appliquées pour les matériels Ma, Mb, Ga, Gb, Gc, Da, Db, ou Dc du fait des forts facteurs de sécurité appliqués.

Pour les radars à impulsions et d'autres transmissions où les impulsions sont courtes par rapport au temps d'initiation thermique, les valeurs d'énergie de seuil Z_{th} ne doivent pas être supérieures à celles données dans le Tableau 5.

Tableau 5 – Seuils d'énergie de radio fréquences

Matériel pour	Energie de seuil Z_{th} μJ
Groupe I	1 500
Groupe IIA	950
Groupe IIB	250
Groupe IIC	50
Groupe III	1 500

6.6.2 Lasers ou autres sources d'ondes continues

NOTE Les valeurs pour Ga, Gb, et Gc peuvent être trouvées dans la CEI 60079-28.

Les paramètres de sortie des lasers et des autres sources d'ondes continues du matériel électriques d'EPL Ma ou Mb ne doivent pas excéder les valeurs suivantes:

- 20 mW/mm² ou 150 mW pour les lasers à ondes continues et les autres sources à ondes continues et
- 0,1 mJ/mm² pour les lasers à impulsions ou pour les sources de lumières à impulsions ayant un intervalle entre impulsions d'au moins 5 s.

Les paramètres de sortie des lasers et des autres sources d'ondes continues du matériel électriques d'EPL Da ou Db ne doivent pas excéder les valeurs suivantes:

- 5 mW/mm² ou 35 mW pour les lasers à ondes continues et les autres sources à ondes continues et
- 0,1 mJ/mm² pour les lasers à impulsions ou pour les sources de lumières à impulsions ayant un intervalle entre impulsions d'au moins 5 s.

Les paramètres de sortie des lasers et des autres sources d'ondes continues du matériel électriques d'EPL Dc ne doivent pas excéder les valeurs suivantes:

- 10 mW/mm² ou 35 mW pour les lasers à ondes continues et les autres sources à ondes continues et
- 0,5 mJ/mm² pour les lasers à impulsions ou pour les sources de lumières à impulsions.

Les sources de rayonnement avec des intervalles entre impulsions inférieures à 5 s sont considérées comme des sources d'ondes continues.

6.6.3 Sources d'ultrasons

Les paramètres de sortie des sources d'ultrasons du matériel électriques d'EPL Ma, Mb, Ga, Gb, Gc, Da, Db, ou Dc ne doivent pas excéder les valeurs suivantes:

- 0,1 W/cm² et 10 MHz pour les sources continues,
- densité de puissance intégrée: 0,1 W/cm² et 2 mJ/cm² pour les sources à impulsions.

7 Enveloppes non métalliques et parties non métalliques d'enveloppes

7.1 Généralités

7.1.1 Applicabilité

Les règles données dans le présent article et en 26.7 doivent s'appliquer aux enveloppes non métalliques et aux parties non métalliques d'enveloppes dont dépend le mode de protection.

NOTE 1 Certains exemples de parties non métalliques d'enveloppe dont le mode de protection dépend sont les bagues d'étanchéité des couvercles des enveloppes « e » ou « tD », les composés de remplissage d'entrées de câbles « d » ou « e », les rondelles d'étanchéité d'entrées de câbles, les joints des actionneurs des commutateurs pour les enveloppes "e", etc.

Les exigences de 7.4 s'appliquent aussi aux parties non métalliques qui sont disposées sur les surfaces externes de l'enveloppe.

NOTE 2 Des peintures, des films, des feuilles et des plaques non métalliques sont généralement déposés ou fixés sur les surfaces de l'enveloppe pour leur apporter une protection environnementale supplémentaire. Leur aptitude à stocker des charges électrostatiques est traitée dans cet article.

7.1.2 Spécification des matériaux

Les documents conformes à l'Article 24 doivent spécifier le matériau de l'enveloppe ou de la partie de l'enveloppe.

7.1.3 Matériaux plastiques

La spécification pour les matières plastiques doit inclure:

- a) la raison sociale du fabricant;
- b) la référence complète et exacte du matériau, y compris sa couleur, le pourcentage de la charge et de tout additif éventuel, s'il y a lieu;
- c) les traitements de surface possibles tels que les vernis, etc.
- d) l'indice de température IT, correspondant au point 20 000 h du graphique d'endurance thermique sans perte de la résistance de la flexion supérieure à 50 %, cet indice étant déterminé conformément à la CEI 60216-1 et à la CEI 60216-2 en prenant comme propriété de base la résistance à la flexion déterminée conformément à l'ISO 178. Si le matériau ne se rompt pas lors de cet essai avant l'exposition à la chaleur, l'indice doit être basé sur la résistance à la traction déterminée conformément à l'ISO 527-2 avec utilisation d'éprouvettes de Type 1A ou 1B. Comme variante à l'indice de température IT, l'indice relatif thermique (IRT – choc mécanique) peut être déterminé conformément à ANSI/UL 746B.

Les données à la base de la définition de ces caractéristiques doivent être fournies.

NOTE Le fait que la conformité de la matière plastique à la spécification du constructeur ait besoin d'être vérifiée n'est pas une exigence de la présente norme.

7.1.4 Matériaux élastomères

La spécification des matériaux élastomères doit inclure ce qui suit:

- a) la raison sociale du fabricant;
- b) la référence complète et exacte du matériau, y compris sa couleur, le pourcentage de la charge et de tout additif éventuel ;
- c) les traitements de surface possibles tels que les vernis, etc.
- d) la température de fonctionnement continu (COT). Comme alternative à la température de fonctionnement continu COT, l'indice relatif thermique (IRT – choc mécanique) peut être déterminé conformément à ANSI/UL 746B.

Les données à la base de la définition de ces caractéristiques doivent être fournies.

NOTE La vérification de la conformité à la spécification du fabricant du matériau élastomère n'est pas une exigence de la présente norme.

7.2 Endurance thermique

7.2.1 Essais pour l'endurance thermique

Les essais d'endurance à la chaleur et au froid doivent être réalisés conformément à 26.8 et 26.9.

7.2.2 Sélection des matériaux

Les matières plastiques doivent avoir un indice de température « IT » correspondant au point 20 000 h ou un RTI – impact mécanique supérieur d'au moins 20 K à la température du point le plus chaud de l'enveloppe ou de la partie d'enveloppe (voir 26.5.1), rapportée à la température ambiante maximale d'utilisation.

Les matériaux élastomères doivent avoir une température de fonctionnement continu (COT) inférieure ou égale à la température minimale de service et supérieure d'au moins de 20 K à la température maximale de service.

7.3 Résistance à la lumière

La résistance à la lumière des enveloppes ou des parties d'enveloppe et des matériaux non métalliques doit être respectée (voir 26.10).

Quand il n'y a pas de protection vis-à-vis de la lumière, un essai de résistance du matériau aux rayonnements ultraviolets doit être effectué si l'enveloppe ou une partie d'enveloppe dont le mode de protection dépend est réalisée dans un matériau non métallique. Pour les matériels du Groupe I, l'essai ne s'applique qu'aux luminaires.

Si le matériel est protégé de la lumière (par exemple de la lumière du jour ou de la lumière artificielle) quand il est installé et que, de ce fait, l'essai n'est pas effectué, le matériel doit être marqué avec le symbole "X" pour indiquer cette condition particulière, en accord avec le point e) de 29.2.

NOTE Il est généralement admis que les matériaux en verre et en céramique ne sont pas affectés par l'essai de résistance à la lumière, et l'essai peut ne pas être nécessaire.

7.4 Charges électrostatiques des matériaux externes non métalliques des enveloppes

7.4.1 Applicabilité

Les exigences de ce paragraphe s'appliquent seulement aux matériaux externes non métalliques de matériel électrique.

7.4.2 Evitement de l'apparition de la charge électrostatique sur les matériels électriques de Groupe I ou de Groupe II

Le matériel électrique doit être conçu de façon que tout danger d'inflammation par des charges électrostatiques, dans les conditions normales d'utilisation ainsi que lors de l'entretien et du nettoyage, soit évité. Cette règle doit être satisfaite par l'un des moyens suivants:

- a) par un choix convenable du matériau tel que la résistance de surface éprouvée conformément à 26.13, c'est-à-dire $\leq 10^9 \Omega$;
- b) par la limitation de la surface des parties non métalliques d'enveloppes, comme l'illustre le Tableau 6.

La surface est définie de la façon suivante:

- pour les matériaux en feuilles, la surface doit être la surface exposée (chargeable);
- pour les objets incurvés, la surface doit être la projection de l'objet donnant la surface maximale;

- pour les parties non métalliques individuelles, la surface doit être évaluée indépendamment si les parties métalliques sont séparées par des cadres conducteurs mis à la terre.

NOTE 1 Les valeurs pour la surface peuvent être multipliées par quatre, si la surface exposée du matériau non métallique est entourée par des cadres conducteurs mis à la terre.

Autrement, pour les pièces longues avec des surfaces non métalliques, telles que les tubes, les barres, les élingues, les surfaces ne sont pas à considérer, mais les diamètres ou les largeurs ne doivent pas excéder les valeurs données dans le Tableau 7. Les câbles de connexion aux circuits extérieurs ne sont pas concernés par cette exigence. Voir 16.6.

- c) par la limitation des couches non-métalliques recouvrant une surface conductrice. L'épaisseur de la couche non-métallique ne doit pas excéder les valeurs données au Tableau 8,
- d) par la limitation du transfert de charge en utilisant la méthode d'essai décrite en 26.14 ;
- e) par l'inaptitude à stocker une charge dangereuse en mesurant la capacité lors de l'essai selon la méthode de 26.15 ;
- f) par un revêtement conducteur. Les surfaces non métalliques peuvent être recouvertes par une couche conductrice permanente. La résistance entre le revêtement et le point de liaison ne doit pas être supérieure à $10^5 \Omega$. La résistance doit être mesurée conformément à 26.13 mais en utilisant une électrode de 100 mm^2 à la position la plus défavorable de la surface et du point de fixation. Le matériel doit être marqué « X » conformément au point e) de 29.2 et la documentation doit fournir des recommandations pour l'utilisation du moyen de liaison et des informations permettant à l'utilisateur de décider de la durabilité du matériau de revêtement dans les conditions d'environnement ;
- g) pour le matériel destiné à une installation fixe, les précautions pour éviter le risque de décharge électrostatique peut faire partie de l'installation fixe et être une caractéristique du procédé utilisé pour monter le matériel. Dans ce cas, le matériel doit être marqué « X » conformément au point e) de 29.2 et la documentation doit apporter toutes les informations nécessaires pour assurer que l'installation réduit le risque de décharge électrostatique. Quand c'est possible, le matériel doit aussi être marqué avec l'avertissement de charge électrostatique donné au point g) de 29.11.

NOTE 2 Il est recommandé de porter une attention particulière à la sélection des panneaux d'avertissement vis-à-vis du contrôle du phénomène de charge. Dans beaucoup d'applications industrielles, spécialement dans les mines de charbon, il est très fréquent que les panneaux d'avertissement deviennent illisibles du fait de dépôts de la poussière. Si c'est le cas, il est possible que l'action de nettoyage du panneau provoque une décharge électrostatique.

NOTE 3 En choisissant les matériaux d'isolation électriques, il convient de veiller à maintenir une résistance minimale d'isolement afin d'éviter des problèmes résultant du toucher des parties exposées non métalliques qui sont en contact avec des parties actives.

Tableau 6 – Limitations de surfaces

Zone de surface maximale mm ²				
Matériel du Groupe I	Matériel de Groupe II			
	EPL	Groupe IIA	Groupe IIB	Groupe IIC
10 000	EPL Ga	5 000	2 500	400
	EPL Gb	10 000	10 000	2 000
	EPL Gc	10 000	10 000	2 000

Tableau 7 – Diamètre ou largeur des pièces longues

Diamètre ou largeur maximale mm				
Matériel du Groupe I	Matériel de Groupe II			
	EPL	Groupe IIA	Groupe IIB	Groupe IIC
30	EPL Ga	3	3	1
	EPL Gb	30	30	20
	EPL Gc	30	30	20

Tableau 8 – Limitation de l'épaisseur de la couche non métallique

Epaisseur maximale mm				
Matériel du Groupe I	Matériel de Groupe II			
	EPL	Groupe IIA	Groupe IIB	Groupe IIC
2	EPL Ga	2	2	0,2
	EPL Gb	2	2	0,2
	EPL Gc	2	2	0,2

7.4.3 Evitement du développement d'une charge électrostatique sur un matériel de Groupe III

Le matériel en matière plastique doit être conçu de sorte qu'en conditions normales d'utilisation, le danger d'inflammation dû aux décharges glissantes de surface soit évité. Ceci peut être atteint en n'utilisant pas de plastique pour recouvrir le matériau conducteur. Si néanmoins le plastique recouvre un matériau conducteur, il doit avoir au moins une des caractéristiques suivantes:

- a) résistance de surface $\leq 10^9 \Omega$ mesurée conformément à 26.13 ;
- b) tension de claquage ≤ 4 kV (mesurée pour l'épaisseur du matériau d'isolation conformément à la méthode décrite dans la CEI 60243-1);
- c) épaisseur d'isolation externe sur les parties métalliques: ≥ 8 mm ;

NOTE L'isolation externe de 8 mm et plus sur des parties métalliques telles que des sondes de mesure ou des composants similaires rend improbable les décharges glissantes de surface. Quand on évalue l'épaisseur minimale d'isolation à utiliser ou à spécifier, il est nécessaire de tenir compte des usures prévisibles en utilisation normale.

- d) par la limitation du transfert de charge en utilisant la méthode d'essai décrite en 26.14 ;
- e) par l'inaptitude à stocker une charge dangereuse en mesurant la capacité lors de l'essai selon la méthode de 26.15.

7.5 Trous taraudés

Les trous taraudés pour les vis de fixation des couvercles susceptibles d'être ouverts en service pour des opérations telles que les réglages, les inspections et autres motifs liés au fonctionnement, ne doivent être pratiqués dans le matériau non métallique de l'enveloppe que si le taraudage est compatible avec le matériau non métallique.

8 Enveloppes métalliques et parties métalliques d'enveloppe

8.1 Composition des matériaux

Les documents conformes à l'Article 24 doivent spécifier le matériau de l'enveloppe ou de la partie de l'enveloppe.

NOTE La vérification de la composition chimique du matériau n'est pas une exigence de la présente norme.

8.1.1 Groupe I

Les matériaux utilisés pour la construction des enveloppes des matériels électriques du Groupe I d'EPL Ma ou Mb ne doivent pas contenir, en masse, plus de:

- a) 15 %, au total, d'aluminium, magnésium, titane et zirconium, et
- b) 7,5 %, au total, de magnésium, titane et zirconium.

L'exigence ci-dessus n'est pas applicable aux appareils de mesure du Groupe I portables, mais ce matériel doit alors être marqué avec un « X » conformément au point e) de 29.2 et la condition particulière d'utilisation doit indiquer les précautions particulières à prendre lors du stockage, de l'utilisation et du transport.

8.1.2 Groupe II

Les matériaux utilisés pour la construction d'enveloppes des matériels électriques du Groupe II d'EPL identifié ne doivent pas contenir, en masse, plus de:

- pour l'EPL Ga
10 %, au total, d'aluminium, magnésium, titane et zirconium, et
7,5 %, au total, de magnésium, titane et zirconium;
- pour l'EPL Gb
7,5 % au total de magnésium et titane;
- pour l'EPL Gc
pas d'exigences sauf pour les ventilateurs et enveloppes (carters et grilles) de ventilateurs qui doivent être conformes aux exigences de l'EPL Gb.

Quand la limite de 10 %, au total, d'aluminium, magnésium, titane et zirconium est dépassée pour un matériel d'EPL Ga, le matériel doit être marqué avec un « X » conformément au point e) de 29.2 et la condition particulière d'utilisation doit apporter suffisamment d'information pour permettre à l'utilisateur de déterminer l'adéquation du matériel à l'application particulière, par exemple pour éviter un risque d'inflammation provoqué par un choc ou un frottement.

8.1.3 Groupe III

Les matériaux utilisés pour la construction d'enveloppes des matériels électriques du Groupe III d'EPL identifié ne doivent pas contenir, en masse, plus de:

- pour l'EPL Da
7,5 % au total de magnésium et titane;
- pour l'EPL Db
7,5 % au total de magnésium et titane;
- pour l'EPL Dc
pas d'exigences sauf pour les ventilateurs et enveloppes (carters et grilles) de ventilateurs qui doivent être conformes aux exigences de l'EPL Db.

8.2 Trous taraudés

Les trous taraudés pour les vis de fixation des couvercles susceptibles d'être ouverts en service pour des opérations telles que les réglages, les inspections et autres motifs liés au fonctionnement, ne doivent être pratiqués dans le matériau de l'enveloppe que si le taraudage est compatible avec le matériau de l'enveloppe.

9 Fermetures

9.1 Généralités

Les éléments nécessaires à la réalisation d'un mode de protection spécifique ou qui empêchent l'accès aux pièces non isolées sous tension ne doivent être déblocables ou démontables qu'à l'aide d'un outil.

Il est admis que les vis de fixation pour les enveloppes en matériaux contenant des métaux légers soient réalisées en métal léger ou en matériau non métallique si le matériau de ces vis de fixation est compatible avec celui de l'enveloppe.

9.2 Fermetures spéciales

Lorsque l'une des normes concernant un mode de protection spécifique impose une fermeture spéciale, celle-ci doit être conforme à ce qui suit:

- le filetage doit être un filetage à pas métrique, conforme à l'ISO 262, avec une tolérance de 6g/6H conformément à l'ISO 965-1 et à l'ISO 965-3;
- les têtes des vis ou des écrous doivent être conformes à l'ISO 4014, à l'ISO 4017, à l'ISO 4032 ou à l'ISO 4762 ou à l'ISO 7380 et, dans le cas de vis sans tête à six pans creux, à l'ISO 4026, à l'ISO 4027, à l'ISO 4028 ou à l'ISO 4029. D'autres têtes de vis ou d'écrou sont autorisées si le matériel est marqué avec un « X » conformément au point e) de 29.2 et que la condition spécifie complètement que les fermetures doivent être remplacées uniquement avec des fermetures identiques ;
- les trous du matériel électrique doivent être conformes aux exigences de 9.3.

NOTE Pour les matériels électriques du Groupe I, il convient que les têtes des fermetures spéciales susceptibles de subir en fonctionnement normal des dommages mécaniques pouvant compromettre le mode de protection concerné, soient protégées, par exemple par l'utilisation de coupelles ou d'encastres.

9.3 Trous pour fermetures spéciales

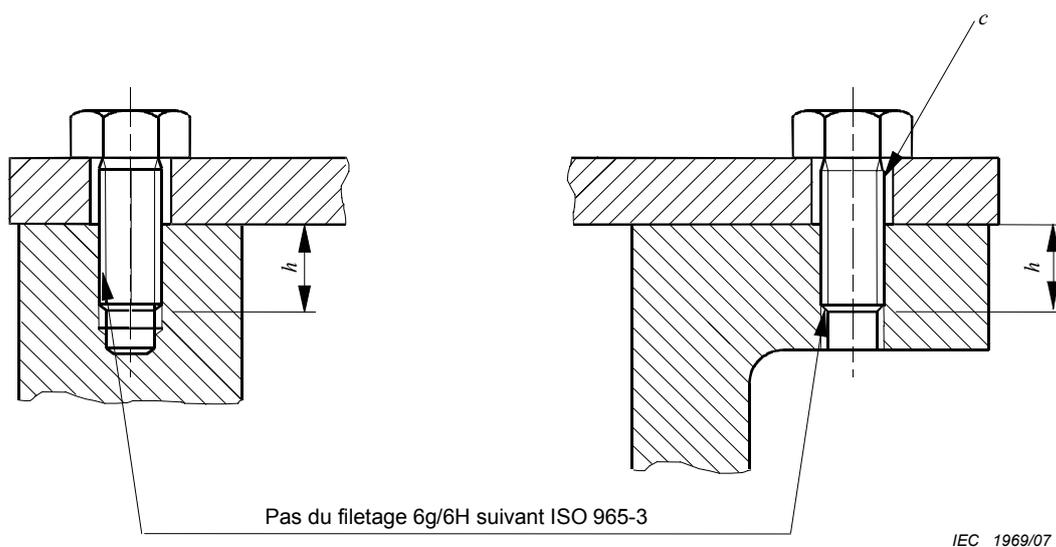
9.3.1 Engagement du filetage

Afin d'assurer une longueur d'engagement suffisante, h , les trous pour fermetures spéciales, comme spécifié en 9.2, doivent être taraudés sur une longueur au moins égale au diamètre le plus grand du filetage de la fermeture (voir Figures 1 et 2).

9.3.2 Tolérance et espace

Le filetage doit avoir une classe de tolérance 6H conformément à l'ISO 965-1 et à l'ISO 965-3, et

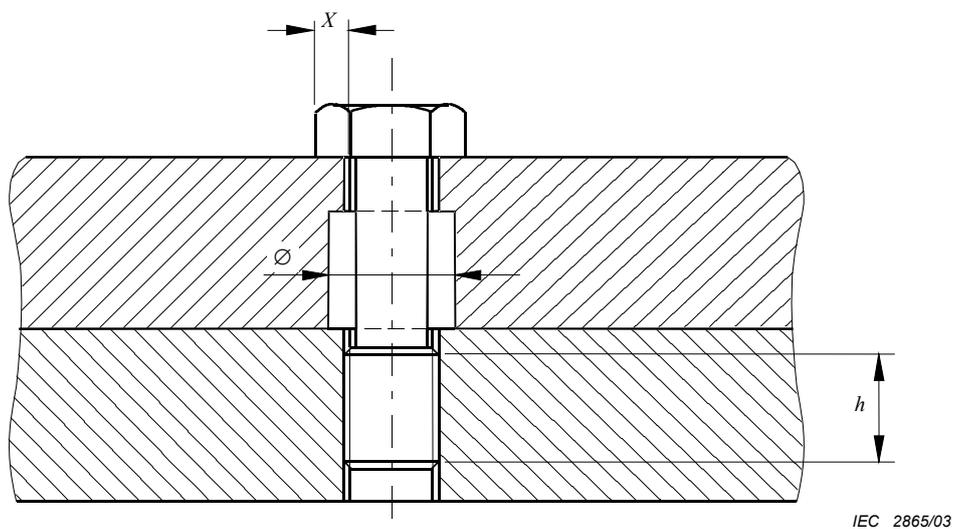
- a) soit le trou sous la tête de la fermeture associée doit permettre un espace au plus égal à la tolérance moyenne de H13 conformément à l'ISO 286-2 (voir Figure 1 et l'ISO 273);
- b) soit le trou sous la tête (ou l'écrou) de la fermeture associée à tige réduite doit être taraudé afin de pouvoir retenir la fermeture. Les dimensions du trou taraudé doivent être telles que la surface qui l'entoure et qui est en contact avec la tête d'une telle fermeture soit au moins égale à celle d'une fermeture sans tige réduite dans un trou non taraudé (voir Figure 2).

**Légende**

$h \geq$ diamètre principal du filetage de la fermeture

$c \leq$ espace maximal autorisé par la tolérance d'ajustement H13 de l'ISO 286-2

Figure 1 – Tolérances et espace pour fermetures vissées

**Légende**

\emptyset trou non taraudé normalisé conforme à la forme du filetage

$h \geq$ au diamètre principal du filetage de la fermeture

X dimension de la surface en contact avec une fermeture à tige réduite

$X \geq$ à la dimension de la surface en contact de la tête normalisée d'une fermeture normalisée (sans tige réduite) vissée sur toute sa longueur et ayant la taille du filetage utilisé

Figure 2 – Surface en contact sous la tête d'une fermeture à tige réduite

9.3.3 Vis sans tête à six pans creux

Dans le cas de vis sans tête à six pans creux, le filetage de la vis doit avoir un ajustement de tolérance 6h conformément à l'ISO 965-1 et à l'ISO 965-3, et ne doit pas dépasser du trou taraudé après serrage.

10 Dispositifs de verrouillage

Les dispositifs de verrouillage utilisés pour maintenir un mode spécifique de protection doivent être réalisés de telle sorte que leur efficacité ne puisse être facilement annulée.

NOTE Le but est que le verrouillage soit conçu de telle sorte qu'il ne puisse pas être enlevé facilement avec un simple outil comme un tournevis, des pinces ou un outil similaire.

11 Traversées

Les traversées utilisées comme éléments de raccordement, et qui peuvent être soumises à un couple lorsqu'on réalise la connexion ou la déconnexion, doivent être fixées de telle sorte que toutes les parties soient assurées contre la rotation.

L'essai de rotation correspondant est spécifié en 26.6.

12 Matériaux utilisés pour les scellements

Les documents, conformément à l'Article 24, doivent certifier que pour les conditions d'utilisations prévues, les matériaux utilisés pour les scellements dont dépend le mode de protection, présentent une stabilité thermique compatible avec les températures minimale et maximale auxquelles ils doivent être soumis, dans les limites des caractéristiques assignées du matériel électrique.

La stabilité thermique doit être considérée comme compatible si les valeurs limites pour la température de fonctionnement continu (COT) du matériau sont inférieures ou égales à la plus basse température de travail et au moins supérieures de 20 K à la température de service maximale.

NOTE Si le scellement est amené à supporter des contraintes en service, il convient que des mesures appropriées fassent l'objet d'un accord entre l'utilisateur et le constructeur (voir 6.1).

13 Composants Ex

13.1 Généralités

Les composants Ex doivent être conformes aux exigences données dans l'Annexe B. Des exemples de composants Ex sont les suivants:

- a) une enveloppe vide; ou
- b) des composants ou ensembles de composants destinés à être utilisés avec des matériels conformes aux exigences d'un ou de plusieurs des modes de protection cités à l'Article 1.

13.2 Montage

Les composants Ex peuvent être montés dans le matériel électrique:

- a) complètement à l'intérieur d'une enveloppe de matériel (par exemple une borne de mode de protection «e», un ampèremètre, un appareil de chauffage ou un indicateur; un dispositif de coupure ou un thermostat de mode de protection «d», une alimentation de mode de protection «i»); ou
- b) complètement à l'extérieur de l'enveloppe du matériel (par exemple une borne de terre de mode de protection «e», un capteur de mode de protection «i»); ou
- c) partiellement à l'intérieur et partiellement à l'extérieur de l'enveloppe du matériel (par exemple un bouton poussoir de mode de protection «d», un interrupteur de fin de course

ou une lampe de signalisation, un ampèremètre de mode de protection «e», un indicateur de mode de protection «i»).

13.3 Montage à l'intérieur du matériel

Lorsque le composant Ex est monté complètement à l'intérieur de l'enveloppe, les seules parties qui doivent être soumises à essai ou évaluées sont celles qui n'ont pas été soumises à essai ou évaluées séparément (par exemple, essai ou évaluation de températures de surface, lignes de fuite et distances d'isolement).

13.4 Montage à l'extérieur du matériel

Lorsque le composant Ex est monté extérieurement à l'enveloppe, ou partiellement à l'intérieur et partiellement à l'extérieur de l'enveloppe, l'interface entre le composant Ex et l'enveloppe doit être soumise à essai ou évaluée en conformité avec le mode de protection concerné et avec les essais d'enveloppe comme spécifié en 26.4.

14 Eléments de raccordement et logements de raccordement

14.1 Généralités

Le matériel électrique devant être raccordé à des circuits extérieurs doit comporter des éléments de raccordement, sauf si le matériel électrique est fabriqué avec un câble qui lui est solidaire en permanence.

14.2 Logement de raccordement

Les logements de raccordement et leurs ouvertures d'accès doivent être dimensionnés de telle sorte que les conducteurs puissent être facilement raccordés.

14.3 Mode de protection

Les logements de raccordement doivent être conformes à l'un des modes de protection spécifiques cités à l'Article 1.

14.4 Lignes de fuite et distances d'isolement

Les logements de raccordement doivent être conçus de telle sorte qu'après un raccordement correct des conducteurs, les lignes de fuite et les distances d'isolement restent conformes aux éventuelles exigences du mode de protection spécifique concerné.

15 Eléments de raccordement des conducteurs de mise à la terre ou de liaison équipotentielle

15.1 Matériel nécessitant une mise à la terre

15.1.1 A l'intérieur

Un élément de raccordement permettant le raccordement d'un conducteur de mise à la terre ou de liaison équipotentielle doit être prévu à l'intérieur du matériel électrique et à proximité des autres éléments de raccordement.

15.1.2 A l'extérieur

Le matériel électrique à enveloppe métallique doit comporter un élément de raccordement extérieur supplémentaire pour un conducteur de mise à la terre ou de liaison équipotentielle, excepté pour un matériel électrique prévu pour être:

- a) déplacé sous tension et alimenté par un câble comportant un conducteur de mise à la terre ou de liaison équipotentielle; ou
- b) installé uniquement avec des systèmes électriques ne nécessitant pas une connexion externe à la terre, par exemple un conduit métallique ou un câble avec armure.

Le constructeur doit fournir dans les instructions, conformément à l'Article 30, les détails sur la liaison électrique nécessaire à ces installations dans les conditions de a) ou b) ci-dessus.

L'élément de raccordement extérieur supplémentaire doit être électriquement en contact avec l'élément de raccordement prévu en 15.1.1.

NOTE L'expression «électriquement en contact» n'implique pas nécessairement l'utilisation d'un conducteur.

15.2 Matériel ne nécessitant pas une mise à la terre

Pour les matériels électriques pour lesquels la mise à la terre ou la liaison équipotentielle ne sont pas exigées, par exemple pour les matériels électriques à double isolation ou à isolation renforcée, ou pour lesquels une mise à la terre supplémentaire n'est pas nécessaire, un élément de mise à la terre ou de liaison équipotentielle interne ou externe n'est pas nécessaire.

NOTE Bien que ne présentant pas de risque de choc électrique, les matériels à double isolation peuvent nécessiter une mise à la terre ou un raccordement pour réduire le risque d'inflammation.

15.3 Dimensions des éléments de raccordement

Les éléments internes de raccordement des conducteurs de mise à la terre ou de liaison doivent permettre le raccordement efficace d'au moins un conducteur de section donnée dans le Tableau 9.

Tableau 9 – Section minimale des conducteurs de protection

Section des conducteurs de phase de l'installation, S mm ²	Section minimale du conducteur de protection correspondant, S_p mm ²
$S \leq 16$	S
$16 < S \leq 35$	16
$S > 35$	$0,5 S$

Les éléments de raccordement des conducteurs de mise à la terre ou de liaison situés à l'extérieur du matériel électrique doivent permettre le raccordement efficace d'un conducteur d'au moins 4 mm² de section.

15.4 Protection contre la corrosion

Les éléments de raccordement doivent être efficacement protégés contre la corrosion. Des précautions particulières doivent être prises si l'un de ces composants en contact est d'un matériau contenant un métal léger, par exemple en utilisant une pièce intermédiaire en acier quand on réalise une connexion contenant un métal léger.

15.5 Sécurisation des connexions électriques

Les éléments de connexion doivent être conçus de telle sorte que les conducteurs électriques ne puissent pas être facilement desserrés ou tordus. La pression de contact sur les connexions électriques doit être maintenue et non affectée par des variations dimensionnelles des matériaux d'isolement dues à des facteurs tels que la température ou l'humidité. Pour les enveloppes à parois non métalliques fournies avec une plaque interne de mise à la terre, l'essai de 26.12 doit être appliqué.

NOTE Il convient que le matériau et les dimensions de la plaque de mise à la terre soient appropriés pour éviter tout défaut de courant.

16 Entrées dans les enveloppes

16.1 Généralités

L'entrée dans le matériel doit être réalisée soit par des trous filetés, soit par des trous lisses, pratiqués dans:

- les parois de l'enveloppe, ou
- des plaques d'adaptation prévues pour être montées dans, ou sur les parois de l'enveloppe.

NOTE Des informations supplémentaires sur l'installation d'accessoires de conduits ou d'accessoires associés dans des trous filetés ou dans des trous lisses sont données dans la CEI 60079-14.

16.2 Identification des entrées

Le constructeur doit spécifier dans les documents présentés conformément à l'Article 24 les entrées, leur position sur le matériel et le nombre maximal autorisé. Le filetage (par exemple métrique ou NPT) des entrées filetées doit être indiqué sur le matériel ou doit apparaître dans les instructions d'installation (voir Article 30).

NOTE 1 Il n'est pas prévu que des entrées individuelles soient marquées, à moins que cela ne soit exigé par le mode spécifique de protection.

NOTE 2 Lorsque de nombreux emplacements pour les entrées sont possibles, l'emplacement des entrées, la dimension de celles-ci et leurs espacements sont généralement fournis.

16.3 Entrées de câbles

Les entrées de câbles qui sont installées selon les instructions prescrites à l'Article 30 ne doivent pas altérer les propriétés spécifiques du mode de protection du matériel électrique sur lequel elles sont montées. Cela doit s'appliquer pour toute la gamme des dimensions de câbles définie par le constructeur des entrées de câbles et utilisable dans ces entrées. Les entrées de câbles peuvent être solidaires du matériel, c'est-à-dire qu'un élément majeur ou une partie majeure est inséparable de l'enveloppe du matériel. Dans de tels cas, les entrées doivent être soumises à essai avec le matériel.

NOTE Les entrées de câbles qui sont séparées du matériel mais installées avec lui sont normalement soumises à essai séparément du matériel, mais elles peuvent être soumises à essai en même temps que le matériel si le constructeur du matériel le demande.

Les entrées de câbles, qu'elles soient solidaires ou séparées, doivent répondre aux exigences correspondantes de l'Annexe A.

16.4 Eléments d'obturation

Les éléments d'obturation, destinés à fermer des orifices inutilisés pratiqués dans les parois d'enveloppes du matériel électrique, doivent être conformes aux exigences du mode de protection spécifique concerné. L'élément d'obturation ne peut être démonté qu'à l'aide d'un outil.

16.5 Température au point de branchement et au point d'entrée

Lorsque, dans les limites des caractéristiques assignées, la température dépasse 70 °C au point d'entrée, ou 80 °C au point de branchement des conducteurs, les informations doivent être marquées à l'extérieur du matériel afin de servir d'indication pour le choix adéquat par l'utilisateur, des câbles, des entrées de câbles ou des conducteurs dans des conduits.

NOTE Dans les cas où l'information pour la sélection correcte des câbles, des entrées de câble et des conducteurs dans les conduits est importante, le marquage nécessite seulement d'être une référence aux informations détaillées données dans les instructions du matériel.

16.6 Charges électrostatiques des gaines de câbles

Pour le domaine de cette norme, les gaines de câbles utilisés pour les connexions aux circuits externes ne sont pas considérées comme des enveloppes non métalliques ou des parties d'enveloppes comme décrits par l'Article 7 et elle ne nécessitent pas d'être évaluées par rapport à ces exigences.

NOTE Le risque électrostatique des câbles est traité par la CEI 60079-14.

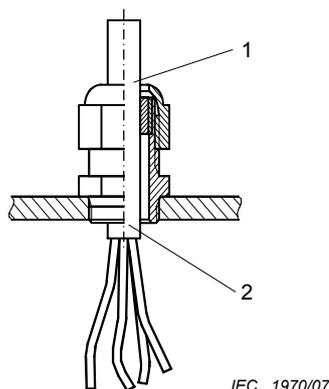


Figure 3a – Entrée de câble

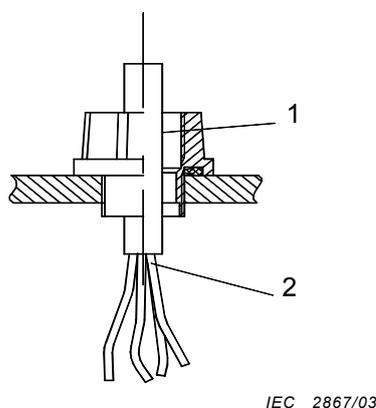


Figure 3b – Entrée de conduit

Légende

- 1 point d'entrée (là où le cas échéant se trouve l'étanchéité)
- 2 point de branchement

Figure 3 – Illustration des points d'entrées et de branchements

17 Exigences complémentaires pour machines électriques tournantes

17.1 Ventilateurs et capots de protection

Les ventilateurs de refroidissement des machines électriques tournantes entraînés par des arbres extérieurs doivent être protégés par un capot de protection qui n'est pas considéré comme faisant partie de l'enveloppe du matériel électrique. De tels ventilateurs et de tels capots de protection doivent satisfaire aux exigences de 17.2 à 17.5.

17.2 Orifices de ventilation pour ventilateurs extérieurs

Le degré de protection IP des orifices de ventilation pour les ventilateurs extérieurs des machines électriques tournantes doit être au moins:

- IP20 du côté de l'entrée d'air,
- IP10 du côté de la sortie d'air,

conformément à la CEI 60034-5.

La chute de corps étrangers dans les orifices de ventilation des machines électriques tournantes verticales doit être empêchée. Pour les machines électriques tournantes du Groupe I, le degré de protection IP10 ne peut être considéré suffisant que si les orifices sont conçus ou disposés de manière à empêcher que des objets étrangers de dimensions supérieures à 12,5 mm puissent être entraînés sur les parties mobiles de la machine, soit par chute verticale, soit par vibration.

17.3 Construction et montage des systèmes de ventilation

Les ventilateurs, les capots de protection et les orifices de ventilation doivent être construits de façon à satisfaire aux exigences de l'essai de tenue aux chocs mécaniques conformément à 26.4.2 et aux critères d'acceptation donnés en 26.4.4.

17.4 Distances dans le système de ventilation

Dans les conditions normales de fonctionnement, les distances, en tenant compte des tolérances de fabrication entre le ventilateur extérieur et son capot de protection, et les orifices de ventilation et leurs fermetures doivent être au moins égales à un centième du diamètre maximal du ventilateur sans avoir à dépasser 5 mm, ces valeurs peuvent être réduites à 1 mm si les parties en regard sont usinées de manière à assurer des dimensions et une concentricité précises et stables. En aucun cas les distances ne doivent être inférieures à 1 mm.

17.5 Matériaux des ventilateurs extérieurs et des capots de protection

Sauf dans le cas de ventilateurs montés sur des machines électriques tournantes du Groupe II ayant une vitesse périphérique inférieure à 50 m/s, les ventilateurs extérieurs, capots de protection, orifices de ventilation doivent avoir une résistance d'isolement électrique ne dépassant pas $10^9 \Omega$, mesurée conformément à 26.13.

La stabilité thermique des matériaux non métalliques doit être considérée comme convenable si la température de fonctionnement continu (COT) spécifiée par le constructeur du matériau non métallique dépasse d'au moins 20 K la température maximale à laquelle le matériau est exposé en service (à l'intérieur des caractéristiques assignées).

Les ventilateurs extérieurs, capots de ventilation et grilles de ventilation des machines électriques tournantes, élaborés dans des matériaux contenant des métaux légers, doivent être conformes à l'Article 8.

17.6 Conducteurs de liaison équipotentielle

NOTE Les champs magnétiques parasites peuvent entraîner des courants significatifs circulant dans les enveloppes de machines électriques tournantes les plus grandes, en particulier au cours du démarrage des moteurs. Il est particulièrement important d'éviter la formation d'étincelles lors d'interruptions intermittentes de ces courants.

En ce qui concerne la conception et les caractéristiques assignées de la machine, le constructeur doit spécifier la section et la construction des conducteurs de liaison équipotentielle qui doivent être équipés de joints d'enveloppes, placés symétriquement par rapport à l'axe de l'arbre.

Les connexions doivent être installées conformément aux exigences de 6.4.

18 Exigences complémentaires pour appareillage de connexion

18.1 Diélectrique inflammable

L'appareillage de connexion ne doit pas avoir de contacts immergés dans un diélectrique inflammable.

18.2 Sectionneurs

Si l'appareillage de connexion contient un sectionneur, il doit être omnipolaire. L'appareillage de connexion doit être conçu de telle sorte que,

- soit la position des contacts du sectionneur est visible,
- soit sa position «ouvert» est indiquée sans ambiguïté (voir la CEI 60947-1).

Tout verrouillage entre le sectionneur et le couvercle ou la porte de l'appareillage de connexion doit permettre l'ouverture de ce couvercle ou de cette porte seulement lorsque la séparation des contacts du sectionneur est effective.

Les sectionneurs, qui ne sont pas conçus pour être manoeuvrés sous la charge prévue, doivent

- soit être asservis électriquement ou mécaniquement à un organe de coupure approprié à la charge,
- soit, pour les matériels du Groupe II seulement, porter une inscription placée près de l'organe de commande du sectionneur avec l'avertissement donné au point c) de 29.11.

18.3 Groupe I – Dispositions pour le verrouillage

Le dispositif de manoeuvre des sectionneurs de l'appareillage du Groupe I doit être réalisé de telle sorte qu'il doit être possible de le bloquer en position ouverte à l'aide d'un cadenas. Des dispositions doivent être prises pour permettre aux relais de protection contre les courts-circuits et les défauts, s'ils sont utilisés, de se déclencher. Si l'appareillage a un dispositif de réarmement accessible depuis l'extérieur de l'enveloppe, le couvercle pour accès doit comporter une fermeture spéciale conforme à 9.2.

18.4 Portes et couvercles

Les portes et couvercles donnant accès à l'intérieur d'enveloppes contenant des circuits fonctionnant à distance avec des contacts de coupure qui peuvent être fermés ou ouverts par action non manuelle (telle qu'électrique, mécanique, magnétique, électromagnétique, électro-optique, pneumatique, hydraulique, acoustique ou thermique), doivent

- a) soit être verrouillés avec un sectionneur qui interdit l'accès à l'intérieur tant que son fonctionnement n'a pas mis hors tension les circuits intérieurs non protégés;
- b) soit être marqués avec l'indication d'ouverture d'enveloppe du point d) de 29.11.

Dans le cas a) ci-dessus, s'il est prévu que certaines parties intérieures doivent rester sous tension après fonctionnement du sectionneur, ces parties sous tension doivent, afin de réduire au minimum le risque d'explosion, être protégées:

- 1) soit par un des modes de protection appropriés cités à l'Article 1;
- 2) soit par une des protections indiquées ci-après:
 - les distances d'isolement et lignes de fuite entre phases (pôles) et à la terre sont conformes aux exigences de la CEI 60079-7; et

- une enveloppe intérieure supplémentaire contenant les parties sous tension et assurant un degré de protection d'au moins IP20, conformément à la CEI 60529; et
- un marquage sur l'enveloppe supplémentaire comme exigé au point h) de 29.11.

19 Exigences complémentaires pour coupe-circuits à fusibles

Les enveloppes contenant des coupe-circuits à fusibles doivent:

- soit être verrouillées de façon telle que la mise en place ou l'enlèvement des éléments de remplacement ne puissent être effectués que hors tension et que la mise sous tension des fusibles soit impossible jusqu'à ce que l'enveloppe soit correctement fermée, ou
- le matériel doit porter le marquage d'ouverture de l'enveloppe tel qu'exigé au point d) de 29.11.

20 Exigences complémentaires pour les prises de courant

Les exigences de 20.1 et 20.2 pour les prises de courant sont applicables aussi aux connecteurs.

20.1 Verrouillage

Les prises de courant doivent être

- a) soit verrouillées mécaniquement ou électriquement ou de façon telle qu'elles ne puissent être séparées lorsqu'elles sont sous tension et que les contacts ne puissent être mis sous tension lorsqu'elles sont séparées,
- b) soit assemblées au moyen de fermetures spéciales conformément à 9.2; le matériel comportant l'indication prescrite au point e) de 29.11.

Dans le cas où elles ne peuvent pas être mises hors tension avant séparation du fait qu'elles sont connectées à un accumulateur, le marquage doit comporter l'indication prescrite au point f) de 29.11.

20.1.1 Atmosphère explosive gazeuse

Les prises de courant d'EPL Gb conçues pour des courants assignés ne dépassant pas 10 A et des tensions assignées ne dépassant pas 254 V en courant alternatif ou 60 V en courant continu peuvent ne pas répondre aux exigences de ce paragraphe si toutes les conditions ci-après sont respectées:

- la partie qui reste sous tension est le socle de la prise de courant ;
- il y a une temporisation pour la séparation de la fiche et du socle de telle sorte que la circulation du courant assigné s'interrompt, afin qu'aucun arc ne se produise lors de la séparation ;
- la fiche et le socle restent antidéflagrants suivant la CEI 60079-1 pendant la période d'extinction de l'arc ;
- les contacts qui restent sous tension après la séparation sont protégés selon l'un des modes de protection spécifiques cités à l'Article 1.

20.1.2 Atmosphère de poussières explosive

Les prises de courant d'EPL Db ou d'EPL Dc conçues pour des courants assignés ne dépassant pas 10 A par contact et des tensions assignées entre contacts ne dépassant pas 254 V en courant alternatif ou 60 V en courant continu peuvent ne pas répondre aux exigences de ce paragraphe si toutes les conditions ci-après sont respectées:

- la partie qui reste sous tension est le socle;
- la fiche et le socle coupent le courant assigné avec une séparation retardée qui permet l'extinction de l'arc avant la séparation;
- la fiche et le socle sont conformes au mode de protection « t » conformément à la CEI 60079-31 pendant la période de basculement de l'arc.

20.2 Fiches sous tension

Les fiches et les composants qui présentent des parties restant sous tension quand elles ne sont pas introduites dans un socle ne sont pas autorisées.

21 Exigences complémentaires pour les luminaires

21.1 Généralités

La source lumineuse des luminaires doit être protégée par un couvercle translucide qui peut être équipé d'un dispositif de protection supplémentaire. En fonction des ouvertures dans le dispositif de protection, les essais conformément au Tableau 12 de 26.4.2 doivent être réalisés comme il suit:

- Ouvertures du dispositif de protection supérieures à 2 500 mm²; essais a) et c) du Tableau 12.
- Ouvertures du dispositif de protection entre 625 mm² et 2 500 mm²; essais a), b) et d) du Tableau 12.
- Ouvertures du dispositif de protection inférieures à 625 mm²; essais a) et b) du Tableau 12.
- Pas de dispositif de protection; essais a) et c) du Tableau 12.

Le montage des luminaires ne doit pas dépendre d'une vis unique. Un boulon unique à oeil vissé peut être utilisé seulement s'il fait partie intégrante du luminaire, par exemple s'il est fondu ou soudé à l'enveloppe ou, s'il est fileté, le boulon à oeil vissé est fixé par des moyens séparés qui l'empêchent de se desserrer lors d'une torsion.

21.2 Couvercles des luminaires d'EPL Gb ou d'EPL Db

Les couvercles donnant accès aux douilles de lampes et autres pièces internes des luminaires doivent:

- a) soit être verrouillés avec un dispositif qui assure automatiquement la séparation omnipolaire de la douille dès le commencement de l'ouverture de la partie protectrice, ou
- b) porter l'indication d'ouverture comme exigée par le point d) de 29.11.

Dans le cas a) ci-dessus, s'il est prévu que certaines parties autres que la douille restent sous tension après le fonctionnement du dispositif de séparation électrique, ces parties sous tension doivent, afin de réduire au minimum le risque d'explosion, être protégées:

- 1) soit par un des modes de protection appropriés cités à l'Article 1,
- 2) soit par la protection ci-après:
 - le dispositif de séparation électrique doit être disposé de telle manière qu'il ne puisse pas être actionné manuellement et mettre sous tension, par inadvertance, les parties non protégées; et
 - les distances d'isolement et lignes de fuite entre phases (pôles) et à la terre sont conformes aux exigences de la CEI 60079-7; et
 - une enveloppe interne supplémentaire qui peut être le réflecteur de la source lumineuse, qui contient les parties sous tension et fournit un degré de protection IP 20 au minimum, conformément à la CEI 60529, et

- un marquage sur l'enveloppe supplémentaire comme exigé au point h) de 29.11.

21.3 Couvertres des luminaires d'EPL Gc ou EPL Dc

Les couvertres donnant accès aux douilles de lampes et autres pièces internes des luminaires doivent:

- a) soit être verrouillés avec un dispositif qui assure automatiquement la séparation omnipolaire de la douille dès le commencement de l'ouverture de la partie protectrice, ou
- b) porter l'indication d'ouverture comme exigée par le point d) de 29.11.

Dans le cas a) ci-dessus, quand il est prévu que certaines parties autres que les douilles restent sous tension après fonctionnement du dispositif déconnecté afin de réduire le risque d'explosion; ces parties sous tension doivent être protégées par:

- des distances d'isolement et des lignes de fuite entre les phases (pôles) et la terre conformément aux exigences de la CEI 60664-1 avec une catégorie de surtension II et un degré de pollution 3, et
- une enveloppe interne supplémentaire qui peut être le réflecteur de la source lumineuse, qui contient les parties sous tension et fournit un degré de protection IP 20 au minimum, conformément à la CEI 60529, et
- un marquage sur l'enveloppe supplémentaire comme exigé au point h) de 29.11.

21.4 Lampes spéciales

Les lampes contenant du sodium à l'état libre (par exemple les lampes à vapeur de sodium à basse pression conformes à la CEI 60192) ne sont pas autorisées. Les lampes à vapeur de sodium à haute pression (par exemple conformes à la CEI 60662) peuvent être utilisées.

22 Exigences complémentaires pour lampes-chapeaux et lampes à main

22.1 Lampes-chapeaux du Groupe I

NOTE Les exigences pour lampes-chapeaux et lampes à main pour utilisation dans les mines grisouteuses sont données dans la CEI 62013-1.

22.2 Lampes-chapeaux et lampes à main de Groupe II et de Groupe III

La fuite d'électrolyte doit être empêchée, quelle que soit la position du matériel.

Lorsque la source lumineuse et son alimentation sont disposées dans des enveloppes distinctes qui ne sont pas mécaniquement associées autrement que par le câble électrique, les entrées de câbles et le câble de liaison doivent être soumis à essai conformément à A.3.1 ou A.3.2, selon le cas approprié. L'essai doit être réalisé en utilisant le câble à utiliser pour connecter les deux parties. Le type, les dimensions et autres informations pertinentes concernant le câble à utiliser doivent être spécifiés dans la documentation du constructeur.

23 Matériel incorporant des éléments et des batteries

23.1 Généralités

Les exigences de 23.2 à 23.12 doivent être conformes à tous les éléments et batteries incorporés dans le matériel protégé contre les risques d'explosion.

23.2 Batteries

Les batteries intégrées dans un matériel protégé contre les explosions doivent être constituées uniquement d'éléments connectés en série.

23.3 Types d'éléments

Seuls les types d'éléments auxquels il est fait référence dans les normes CEI relatives aux éléments, et ayant des caractéristiques connues doivent être utilisés. Les Tableaux 10 et 11 ci-dessous énumèrent les éléments pour lesquels des normes appropriées existent ou doivent être produites.

Tableau 10 – Piles

Type CEI 60086-1	Electrode positive	Electrolyte	Electrode négative	Tension nominale V	Tension maximale en circuit ouvert V
-	Dioxyde de manganèse	Chlorure d'ammonium, chlorure de zinc	Zinc	1,5	1,73
A	Oxygène	Chlorure d'ammonium, chlorure de zinc	Zinc	1,4	1,55
B	Monofluorure de carbone	Electrolyte organique	Lithium	3	3,7
C	Dioxyde de manganèse	Electrolyte organique	Lithium	3	3,7
E	Chlorure de thionyle (SOCl ₂)	Inorganique non aqueux	Lithium	3,6	3,9
F	Bisulfure de fer (FeS ₂)	Electrolyte organique	Lithium	1,5	1,83
G	Oxyde de cuivre (II) (CuO)	Electrolyte organique	Lithium	1,5	2,3
L	Dioxyde de manganèse	Hydroxyde métal alcalin	Zinc	1,5	1,65
P	Oxygène	Hydroxyde métal alcalin	Zinc	1,4	1,68
S	Oxyde d'argent (Ag ₂ O)	Hydroxyde métal alcalin	Zinc	1,55	1,63
T	Oxyde d'argent (AgO, Ag ₂ O)	Hydroxyde métal alcalin	Zinc	1,55	1,87
^a	Dioxyde de sulfure	Sel organique non aqueux	Lithium	3,0	3,0
^a	Mercure	Hydroxyde métal alcalin	Zinc	En attente de données	En attente de données
NOTE Les éléments au dioxyde de zinc/manganèse sont énumérés dans la CEI 60086-1 mais pas classifiés par une lettre type.					
^a Peuvent seulement être employés si une norme CEI existe sur les éléments.					

Tableau 11 – Accumulateurs

Types pertinents de normes CEI	Type	Electrolyte	Tension nominale V	Tension maximale en circuit ouvert V
Type K CEI 61056-1 CEI 60095-1	Plomb-acide (HUMIDE) Plomb-acide (SEC)	Acide sulfurique (SG 1,25)	2,2 2,2	2,67 2,35
Type K CEI 61951-1 CEI 60623 CEI 60622	Nickel-cadmium	Hydroxyde de potassium (SG 1,3)	1,2	1,55
^a	Nickel-fer	Hydroxyde de potassium (SG 1,3)	En attente de données	1,6
^a	Lithium	Sel organique non aqueux	En attente de données	En attente de données
CEI 61951-2	Hydruure nickel-métal	Hydroxyde de potassium	1,2	1,5

^a Peuvent seulement être employés si une norme CEI existe sur les éléments.

23.4 Eléments dans une batterie

Tous les éléments d'une même batterie doivent avoir le même système électrochimique, la conception des éléments et la capacité assignée doivent être établies par le même constructeur.

23.5 Caractéristiques assignées des batteries

Toutes les batteries doivent être disposées et utilisées de façon à respecter les limites définies par le constructeur de l'élément ou de la batterie.

23.6 Interchangeabilité

Les piles et accumulateurs ou batteries ne doivent pas être utilisés à l'intérieur de la même enveloppe d'un matériel s'ils sont facilement interchangeables.

23.7 Charge des piles

Les piles ne doivent pas être rechargées. Lorsqu'il existe une autre source de tension à l'intérieur du matériel contenant des piles et qu'il y a possibilité d'interconnexion, des précautions doivent être prises pour empêcher le courant de charge de les traverser.

23.8 Fuite

Tous les éléments doivent être fabriqués ou disposés de façon à éviter toute fuite d'électrolyte qui affecterait le mode de protection ou les composants dont dépend la sécurité.

23.9 Connexions

Seules les méthodes recommandées par les constructeurs pour établir les connexions électriques à une batterie doivent être utilisées.

23.10 Orientation

Lorsqu'une batterie est montée à l'intérieur d'un matériel et que l'orientation de la batterie est importante pour un fonctionnement sûr, l'orientation correcte du matériel doit être indiquée à l'extérieur de l'enveloppe du matériel.

NOTE L'orientation correcte des batteries est souvent importante pour prévenir les fuites d'électrolyte.

23.11 Remplacement d'éléments ou de batteries

Lorsqu'il est nécessaire que l'utilisateur remplace des éléments ou des batteries contenus dans une enveloppe, les paramètres pertinents pour permettre un remplacement correct doivent être marqués lisiblement et durablement sur l'enveloppe ou à l'intérieur, comme précisés en 29.12, ou détaillés dans les instructions du constructeur conformément à 30.2. A savoir, soit le nom et la référence du constructeur, soit le système électrochimique, la tension nominale et la capacité assignée.

23.12 Ensemble de batteries remplaçable

Lorsqu'il est prévu que l'utilisateur puisse remplacer un ensemble de batteries, l'ensemble de batteries doit être marqué lisiblement et durablement à l'extérieur de l'ensemble de batteries comme il est détaillé en 29.12.

Les ensembles de batteries remplaçables doivent être:

- logés complètement dans l'enveloppe du matériel, ou
- connectés au matériel et être conformes aux exigences du mode de protection applicable quand ils sont déconnectés du matériel, ou
- connectés au matériel et utiliser un dispositif de déconnexion conforme aux exigences de l'Article 20.

24 Documentation

Le constructeur doit préparer les documents qui donnent une définition correcte et complète des aspects de la sécurité du matériel électrique vis-à-vis du risque d'explosion.

25 Conformité du prototype ou de l'échantillon avec les documents

Le prototype ou l'échantillon de matériel électrique soumis aux vérifications et aux essais de type doit être conforme aux documents du constructeur indiqués à l'Article 24.

26 Essais de type

26.1 Généralités

Le prototype ou l'échantillon doit être soumis aux essais conformément aux exigences relatives aux essais de type de la présente norme et aux normes spécifiques des modes de protection concernés. Cependant, certains essais jugés inutiles peuvent être retirés du programme d'essais. La justification du renoncement à certains essais doit être documentée au même titre que l'enregistrement de tous les essais effectués.

Il n'est pas nécessaire de répéter les essais déjà effectués sur un composant Ex.

NOTE Du fait des facteurs de sécurité introduits dans les modes de protection, l'incertitude de mesure inhérente à un équipement de mesure de bonne qualité et régulièrement étalonné, est considérée n'avoir aucun effet dégradant significatif et ne nécessite pas d'être prise en compte lors des mesures nécessaires pour vérifier la conformité du matériel aux exigences de la partie de la CEI 60079 appropriée.

26.2 Configuration d'essais

Chaque essai doit être effectué dans la configuration du matériel électrique qui est considérée comme la plus défavorable.

26.3 Essais en présence de mélanges explosifs

La série de normes CEI 60079 établit si de tels essais sont requis et elle spécifie les mélanges explosifs d'essais à utiliser.

NOTE La pureté des gaz et vapeurs commercialement disponibles est en général satisfaisante pour ces essais, mais si elle est inférieure à 95 %, il convient de ne pas les utiliser. Les effets des variations normales de la température du laboratoire et de la pression atmosphérique ainsi que ceux de l'humidité du mélange explosif sont acceptables parce qu'ils ont été jugés avoir un effet négligeable.

26.4 Essais des enveloppes

26.4.1 Ordre des essais

26.4.1.1 Enveloppes métalliques, parties métalliques d'enveloppes et parties en verre d'enveloppes

Les essais des enveloppes métalliques, parties métalliques d'enveloppes et parties en verre d'enveloppes doivent être réalisés dans l'ordre suivant:

- les essais de résistance au choc mécanique (voir 26.4.2);
- les essais de chute, si applicables (voir 26.4.3)
- les essais pour degrés de protection (IP) (voir 26.4.5);
- tout autre essai exigé par la présente norme;
- tout autre essai spécifique du mode de protection concerné.

Les essais doivent être réalisés sur le nombre d'échantillons spécifiés par chaque méthode d'essai.

NOTE Lorsque le degré de protection est apporté par des matériaux d'étanchéité non métalliques, l'exigence de 26.4.1.2 est applicable.

26.4.1.2 Enveloppes non métalliques ou parties non métalliques d'enveloppe

Les essais des enveloppes non métalliques et parties non métalliques d'enveloppe doivent être réalisés dans l'ordre indiqué ci-après.

26.4.1.2.1 Matériel électrique du Groupe I

Les essais doivent être réalisés sur des échantillons de la façon suivante:

- Quatre échantillons doivent être utilisés. Les quatre échantillons doivent tous être soumis successivement aux essais d'endurance à la chaleur (voir 26.8) puis aux essais d'endurance au froid (voir 26.9). Deux échantillons doivent être soumis aux essais de résistance au choc mécanique (voir 26.4.2), puis aux essais de chute, si applicable (voir 26.4.3), les essais étant réalisés aux températures d'essai les plus hautes (voir 26.7.2). Les deux autres échantillons doivent aussi être soumis aux essais de résistance au choc mécanique (voir 26.4.2) puis aux essais de chute, si applicable (voir 26.4.3) mais les essais étant réalisés aux températures d'essai les plus basses (voir 26.7.2). Tous les joints qui sont prévus pour être ouverts pendant l'installation ou le fonctionnement normal doivent être ouverts puis refermés conformément aux instructions du fabricant. Ensuite, les quatre échantillons doivent être soumis aux essais de degré de protection (IP) si applicable (voir 26.4.5) et enfin les quatre échantillons doivent être soumis aux essais spécifiques au mode de protection concerné.

- Autrement, deux échantillons seulement peuvent être utilisés. Dans ce cas, les deux échantillons doivent être soumis aux essais d'endurance à la chaleur (voir 26.8) puis aux essais d'endurance au froid (voir 26.9). Les deux échantillons doivent alors être soumis aux essais de résistance au choc mécanique (voir 26.4.2) et aux essais de chute, si applicable (voir 26.4.3), les essais étant réalisés aux températures d'essai les plus hautes (voir 26.7.2). Ensuite les deux échantillons doivent être soumis aux essais de résistance au choc mécanique (voir 26.4.2), aux essais de chute, si applicable (voir 26.4.3), les essais étant réalisés aux températures d'essai les plus basses (voir 26.7.2). Tous les joints qui sont prévus pour être ouverts pendant l'installation ou le fonctionnement normal doivent être ouverts puis refermés conformément aux instructions du fabricant. Ensuite, les deux échantillons doivent être soumis aux essais de degré de protection (IP) si applicable (voir 26.4.5) et enfin les deux échantillons doivent être soumis aux essais spécifiques au mode de protection concerné.

NOTE Comme résultat de l'essai d'endurance thermique de chacune des séquences d'essai décrites ci-dessus, une condensation peut se produire dans l'enveloppe. Une telle condensation peut nécessiter son retrait avant l'essai de protection contre la pénétration (IP) afin de garantir des résultats valides.

- Deux échantillons doivent être soumis aux essais de résistance aux huiles et graisses (voir 26.11), puis aux essais de résistance au choc mécanique (voir 26.4.2), puis aux essais de chute, si applicable (voir 26.4.3), puis aux essais de degré de protection (IP) si applicable (voir 26.4.5), et enfin aux essais spécifiques au mode de protection concerné.
- Deux échantillons doivent être soumis aux essais de résistance aux liquides hydrauliques pour application minière (voir 26.11), puis aux essais de résistance au choc mécanique (voir 26.4.2), puis aux essais de chute, si applicable (voir 26.4.3), puis aux essais de degré de protection (IP) si applicable (voir 26.4.5), et enfin aux essais spécifiques au mode de protection concerné.

Dans les procédures et les séquences d'essais décrites ci-dessus, l'objectif est de démontrer l'aptitude des matériaux non métalliques à maintenir le mode de protection spécifique cité à l'Article 1 après une exposition aux températures extrêmes et aux substances néfastes susceptibles d'être rencontrées en service. Dans le but de maintenir le nombre d'essais au minimum, il n'est pas nécessaire d'effectuer tous les essais spécifiques du mode de protection sur chaque échantillon, s'il est évident qu'un échantillon n'a pas subi de dommages tels qu'ils puissent compromettre le mode de protection offert. De même, le nombre d'échantillons peut être réduit s'il est possible de réaliser en parallèle sur les deux mêmes échantillons les essais d'exposition et les essais prouvant la protection.

26.4.1.2.2 Matériel électrique du Groupe II et du Groupe III

Quatre échantillons doivent être utilisés. Les quatre échantillons doivent tous être soumis successivement aux essais d'endurance à la chaleur (voir 26.8) puis aux essais d'endurance au froid (voir 26.9). Deux échantillons doivent être soumis aux essais de résistance au choc mécanique (voir 26.4.2), puis aux essais de chute, si applicable (voir 26.4.3), les essais étant réalisés aux températures d'essai les plus hautes (voir 26.7.2). Les deux autres échantillons doivent aussi être soumis aux essais de résistance au choc mécanique (voir 26.4.2) puis aux essais de chute, si applicable (voir 26.4.3) mais les essais étant réalisés aux températures d'essai les plus basses (voir 26.7.2). Tous les joints qui sont prévus pour être ouverts pendant l'installation ou le fonctionnement normal doivent être ouverts puis refermés conformément aux instructions du fabricant. Ensuite, les quatre échantillons doivent être soumis aux essais de degré de protection (IP) si applicable (voir 26.4.5) et enfin les quatre échantillons doivent être soumis aux essais spécifiques au mode de protection concerné.

Autrement, deux échantillons seulement peuvent être utilisés. Dans ce cas, les deux échantillons doivent être soumis aux essais d'endurance à la chaleur (voir 26.8) puis aux essais d'endurance au froid (voir 26.9). Les deux échantillons doivent alors être soumis aux essais de résistance au choc mécanique (voir 26.4.2) et aux essais de chute, si applicable (voir 26.4.3), les essais étant réalisés aux températures d'essai les plus hautes (voir 26.7.2). Ensuite les deux échantillons doivent être soumis aux essais de résistance au choc mécanique (voir 26.4.2), aux essais de chute, si applicable (voir 26.4.3), les essais étant

réalisés aux températures d'essai les plus basses (voir 26.7.2). Tous les joints qui sont prévus pour être ouverts pendant l'installation ou le fonctionnement normal doivent être ouverts puis refermés conformément aux instructions du fabricant. Ensuite, les deux échantillons doivent être soumis aux essais de degré de protection (IP) si applicable (voir 26.4.5) et enfin les deux échantillons doivent être soumis aux essais spécifiques au mode de protection concerné.

NOTE Comme résultat de l'essai d'endurance thermique de chacune des séquences d'essai décrite ci-dessus, une condensation peut se produire dans l'enveloppe. Une telle condensation peut nécessiter son retrait avant l'essai de protection contre la pénétration (IP) afin de garantir des résultats valides.

26.4.2 Essai de résistance au choc mécanique

Le matériel électrique doit être soumis à l'effet de la chute verticale d'une masse de 1 kg, tombant d'une hauteur h . La hauteur h est spécifiée au Tableau 12 conformément à la destination du matériel électrique. Cette masse doit être munie d'une pièce de frappe en acier trempé, de forme hémisphérique de 25 mm de diamètre.

Avant chaque essai, il est nécessaire de s'assurer du bon état de surface de la pièce de frappe.

La résistance aux essais de chocs mécaniques doit être réalisée sur le matériel électrique entièrement monté et prêt à l'utilisation; néanmoins, si cela n'est pas possible (par exemple pour les parties translucides), l'essai doit être fait sur les parties démontées mais fixées dans leur cadre ou dans un cadre équivalent. Les essais sur une enveloppe vide sont autorisés avec justification appropriée dans la documentation (voir Article 24).

Dans le cas des parties translucides en verre, l'essai doit être effectué sur trois échantillons, mais essayés chacun une seule fois. Dans tous les autres cas, l'essai doit être effectué sur au moins deux échantillons, à deux emplacements distincts sur chaque exemplaire, voir 26.4.1.

Les points d'impact doivent être les endroits considérés comme étant les plus faibles et doivent être situés sur les parties externes qui peuvent être exposées aux chocs. Si l'enveloppe est protégée par une autre enveloppe, seules les parties externes de l'assemblage doivent être soumises à la résistance aux essais de tenue aux chocs.

Le matériel électrique doit être disposé sur un socle en acier, de telle sorte que la direction du choc soit perpendiculaire à la surface en essai si elle est plane ou au plan tangent au point d'impact si elle ne l'est pas. Le socle doit avoir une masse d'au moins 20 kg, à moins qu'il ne soit immobilisé rigidement ou inséré dans le sol, par exemple fixé dans du béton. L'Annexe C donne un exemple de dispositif pour la réalisation des essais.

Tableau 12 – Essais de tenue aux chocs

Groupe de matériel	Hauteur de chute <i>h</i> avec une masse de 1 kg m			
	Groupe I		Groupe II ou III	
Risque de danger mécanique	Haute	Faible	Haute	Faible
a) Enveloppes et parties externes accessibles d'enveloppes (autres que parties translucides)	2	0,7	0,7	0,4
b) Dispositifs de protection, couvercles protecteurs, capots de protection, entrées de câbles	2	0,7	0,7	0,4
c) Parties translucides sans dispositif de protection	0,7	0,4	0,4	0,2
d) Parties translucides avec dispositif de protection ayant des ouvertures individuelles de 625 mm ² à 2 500 mm ² ; voir 21.1 (essais à effectuer sans le dispositif de protection)	0,4	0,2	0,2	0,1
NOTE Un dispositif de protection pour les parties translucides ayant des ouvertures individuelles de 625 mm ² à 2 500 mm ² réduit le risque de choc, mais ne prévient pas le choc.				

Lorsqu'à la demande d'un fabricant, un matériel électrique est soumis aux essais qui correspondent au risque de danger mécanique faible, il doit être marqué du symbole «X», pour indiquer cette condition particulière d'utilisation conformément au point e) de 29.2.

L'essai doit être effectué à une température ambiante de (20 ± 5) °C, sauf si les caractéristiques du matériau montrent qu'il y a une réduction de la tenue aux chocs aux températures les plus basses à l'intérieur de la gamme spécifiée de températures ambiantes. Dans de tels cas, l'essai doit être effectué à la température la plus basse de la gamme spécifiée conformément à 26.7.2.

Lorsque le matériel électrique comporte une enveloppe ou une partie d'enveloppe en matériau non métallique, y compris les capots de protection et les orifices de ventilation non métalliques dans des machines électriques tournantes, l'essai doit être effectué à la température supérieure et à la température d'essai la plus basse conformément à 26.7.2.

26.4.3 Essai de chute

En plus de l'essai de résistance au choc mécanique spécifié en 26.4.2, le matériel électrique tenu à la main ou porté par une personne et prêt à l'emploi, doit être laissé tombé quatre fois d'une hauteur d'au moins 1 m sur une surface horizontale en béton. La position de l'échantillon pour l'essai de chute doit être celle considérée comme étant la plus défavorable.

L'essai de chute doit être mené avec tous les ensembles de batteries remplaçables connectés au matériel.

Pour les matériels électriques dont l'enveloppe n'est pas en matériau non métallique, l'essai doit être effectué à une température de (20 ± 5) °C, sauf si les caractéristiques du matériau montrent qu'il y a une réduction de la résistance au choc mécanique aux températures les plus basses à l'intérieur de la gamme spécifiée de températures ambiantes. Dans ce cas, l'essai doit être effectué à la température la plus basse de la gamme spécifiée conformément à 26.7.2.

Pour les matériels électriques qui ont des enveloppes ou des parties d'enveloppes en matériau non métallique, les essais doivent être effectués à la température d'essai la plus basse conformément à 26.7.2.

26.4.4 Critères d'acceptation

La résistance aux essais de choc mécanique et aux essais de chute ne doit pas provoquer de dommages susceptibles de compromettre le mode de protection du matériel électrique.

Les détériorations superficielles, enlèvement de peinture, bris de nervures de refroidissement ou autres éléments analogues du matériel électrique et enfoncements de faibles dimensions ne doivent pas être pris en considération.

Les capots de protection des ventilateurs extérieurs et les pièces de revêtement des orifices de ventilation doivent résister à ces essais sans subir de déplacement ou de déformation entraînant le frottement des pièces mobiles.

26.4.5 Degré de protection (IP) des enveloppes

26.4.5.1 Procédure d'essai

Lorsqu'un degré de protection est exigé par la présente norme ou par d'autres parties de la présente série pour un mode de protection spécifique, les procédures d'essai doivent être conformes à la CEI 60529, à l'exception des machines électriques tournantes qui doivent être conformes à la CEI 60034-5.

Si les essais sont réalisés conformément à la CEI 60529,

- les enveloppes doivent être considérées comme étant de la Catégorie 1, comme spécifié dans la CEI 60529,
- les matériels ne doivent pas être sous tension,
- s'il est applicable, l'essai diélectrique spécifié dans la CEI 60529 doit être effectué sous une tension de valeur efficace $[(2 U_n + 1\ 000) \pm 10\ %] V_{\text{eff}}$, appliquée pendant un temps compris entre 10 s et 12 s, U_n étant la tension maximale, assignée ou interne, du matériel.

NOTE L'enveloppe de Catégorie 1 est définie dans la CEI 60529 et n'a aucune relation avec la Catégorie 1 définie dans la Directive européenne 94/9/CE (ATEX).

26.4.5.2 Critères d'acceptation

Pour les matériels électriques soumis aux essais conformément à la CEI 60529, les critères d'acceptation doivent être conformes à la CEI 60529, sauf si le constructeur spécifie des critères d'acceptation plus sévères que ceux spécifiés dans la CEI 60529, par exemple ceux spécifiés dans une norme de produit appropriée. Dans ce cas, le critère d'acceptation de la norme de produit appropriée doit être appliqué, sauf s'il affecte défavorablement la protection contre les risques d'explosion.

Les critères d'acceptation de la CEI 60034-5 doivent être appliqués aux machines électriques tournantes dans la mesure où la conformité à une norme de la CEI de protection contre les risques d'explosion est applicable en plus de leurs conditions spécifiées dans la CEI 60529 ou la CEI 60034-5.

Si une norme relative à un matériel électrique pour atmosphères explosives gazeuses prescrit des critères d'acceptation pour IPXX, ceux-ci doivent être appliqués à la place de ceux de la CEI 60529 ou de la CEI 60034-5.

26.5 Essais thermiques

26.5.1 Mesure des températures

26.5.1.1 Généralités

Pour le matériel électrique pouvant normalement être utilisé dans différentes positions, la température dans chaque position doit être considérée. Lorsque la température n'est

déterminée que pour certaines positions, le matériel électrique doit être marqué du symbole «X», pour indiquer cette condition particulière d'utilisation conformément au point e) de 29.2.

Les appareils de mesure (thermomètres, couples thermoélectriques, etc.) et les câbles de raccordement doivent être choisis et disposés de façon à ne pas influencer sensiblement sur le comportement thermique du matériel électrique.

La température finale doit être considérée comme atteinte lorsque le gradient d'augmentation de température ne dépasse pas 2 K/h.

La température du point le plus chaud de toute enveloppe, ou partie d'enveloppe en matériau non métallique (voir 7.1.4) doit être déterminée.

Pour le matériel de Groupe III évalué avec une couche de poussière conformément à 5.3.2.3.2, le matériel à éprouver doit être monté conformément aux instructions et entouré sur toute la surface disponible par une épaisseur de poussière au moins égale à l'épaisseur L . Les mesures de la température maximale de surface doivent être déterminées en utilisant une poussière d'essai ayant une conductivité thermique ne dépassant pas $0,10 \text{ W/(m,K)}$ mesurée à $(100 \pm 5) \text{ }^\circ\text{C}$.

NOTE Certains matériels peuvent nécessiter des dispositifs intégrés sensibles à la température pour limiter les températures de surface.

26.5.1.2 Température de service

Les essais pour déterminer la température de service doivent être effectués aux valeurs des caractéristiques assignées, à l'exception de l'essai pour déterminer la température maximale de surface.

26.5.1.3 Température maximale de surface

L'essai pour déterminer la température maximale de surface doit être réalisé sous les caractéristiques assignées les plus défavorables avec une tension d'entrée entre 90 % et 110 % de la tension assignée qui donne la température maximale de surface.

Pour les machines électriques, la détermination de la température maximale de surface peut alternativement être réalisée sous la tension d'essai la plus défavorable dans la « Zone A » définie par la CEI 60034-1. Dans ce cas, le matériel doit être marqué avec le symbole « X » conformément au point e) de 29.2 et condition particulière d'utilisation doit indiquer que la détermination de la température maximale de surface est basée sur le fonctionnement dans la « zone A » (CEI 60034-1), typiquement $\pm 5 \%$ de la tension assignée.

NOTE 1 Lorsque la tension d'entrée n'affecte pas directement la montée en température du matériel ou du composant Ex, comme une connexion ou un contacteur, le courant d'essai peut être porté à 110 % du courant assigné pour simuler l'augmentation du courant qui résulterait d'une augmentation de la tension d'entrée pendant l'application finale du matériel.

NOTE 2 Lorsque la caractéristique assignée est une étendue (par exemple 90-264 V), il convient que l'essai soit réalisé dans la condition assignée qui est probablement la plus défavorable, ou si cette dernière ne peut pas être déterminée, dans toutes les conditions assignées. Par exemple, lors de la détermination de la température de surface, il convient que l'essai soit réalisé à 90 % de la tension la plus basse et à 110 % de la tension la plus haute dans l'étendue assignée. Lors de la détermination de la température de service, il convient que l'essai soit réalisé aux tensions la plus basse et la plus élevée de l'étendue.

NOTE 3 Sauf si le fabricant a spécifié une gamme de fréquences d'alimentation, l'hypothèse peut être faite que des tolérances normales pour les alimentations en utilisation et les alimentations pour l'essai est suffisamment faible pour être ignorée.

La température maximale de surface mesurée ne doit pas dépasser

- pour un matériel électrique du Groupe I, les valeurs données en 5.3.2.1,
- pour un matériel électrique du Groupe II dont chaque exemplaire construit est soumis individuellement à l'essai thermique, la température marquée sur le matériel électrique,

- pour un matériel électrique du Groupe II qui est soumis aux essais de type en ce qui concerne la température maximale de surface, la température ou la classe de température marquée, diminuée de 5 K pour les classes de température T6, T5, T4 et T3 (ou températures marquées ≤ 200 °C), ou diminuée de 10 K pour les classes de température T2 et T1 (ou températures marquées > 200 °C),
- pour un matériel de Groupe III, les valeurs assignées, voir 5.3.2.3.

Le résultat doit être corrigé pour être rapporté à la température ambiante maximale spécifiée par les caractéristiques assignées. La mesure des températures, comme exigé dans la présente norme et dans les normes spécifiques applicables aux modes de protection concernés, doit être effectuée dans une atmosphère ambiante calme, le matériel électrique étant monté en position normale d'utilisation.

26.5.2 Essai de choc thermique

Les parties en verre des luminaires et des regards du matériel électrique doivent résister sans casse, lorsqu'elles sont à leur température maximale de service, à un choc thermique provoqué par un jet d'eau de 1 mm de diamètre environ, l'eau étant à une température de (10 ± 5) °C.

26.5.3 Essai d'inflammation de petits composants (Groupe I et Groupe II)

26.5.3.1 Généralités

Pour montrer qu'un petit composant ne peut pas provoquer par échauffement l'inflammation d'un mélange inflammable conformément au point a) de 5.3.3, il doit être soumis à l'essai en présence d'un mélange gaz/air spécifié selon la description de 26.5.3.2.

26.5.3.2 Procédure

L'essai doit être effectué avec le composant soit

- monté dans le matériel comme prévu et des précautions doivent être prises pour s'assurer que le mélange d'essai est en contact avec le composant, ou
- monté sur un modèle qui conduit à des résultats représentatifs. Dans un tel cas, la simulation doit tenir compte de l'effet des autres parties du matériel dans le voisinage du composant en essai et qui modifient la température du mélange et l'écoulement du mélange autour du composant par suite de la ventilation et des effets thermiques.

Le composant doit être soumis à l'essai en fonctionnement normal, ou dans les conditions de défaut spécifiées dans la norme applicable au mode de protection, qui conduit à la valeur la plus élevée de température de surface. L'essai doit être prolongé soit jusqu'à ce que l'équilibre thermique du composant et des parties environnantes soit atteint, soit jusqu'à ce que la température du composant chute. Lorsque la défaillance du composant produit une chute de température, l'essai doit être répété cinq fois en utilisant cinq échantillons supplémentaires. Lorsqu'en fonctionnement normal, ou dans les conditions de défaut spécifiées dans la norme applicable au mode de protection, la température de plus d'un composant dépasse la classe de température du matériel, l'essai doit être effectué avec tous ces composants à leur température maximale.

La marge de sécurité exigée en 5.3.3 doit être obtenue soit en augmentant la température ambiante de l'essai en cours, soit, lorsque cela est possible, en augmentant de la marge nécessaire la température du composant en essai et des autres surfaces adjacentes concernées.

Pour le Groupe I, le mélange d'essai doit être homogène et entre 6,2 % et 6,8 % v/v de méthane et d'air.

Pour le classement en température T4, le mélange doit être

- a) soit un mélange homogène entre 22,5 % et 23,5 % en volume de diéthyl éther et d'air,
- b) soit un mélange de diéthyl éther et d'air obtenu en permettant à une petite quantité de diéthyl éther de s'évaporer dans une chambre d'essai pendant que l'essai d'inflammation est en cours.

Pour les autres classes en températures, le choix de mélanges d'essai appropriés doit être laissé à l'initiative de l'organisme d'essais.

26.5.3.3 Critères d'acceptation

L'apparition d'une flamme froide doit être considérée comme une inflammation. L'inflammation doit être détectée visuellement ou par une mesure de la température, par exemple par thermocouple.

Si aucune inflammation ne se produit au cours d'un essai, la présence du mélange inflammable doit être vérifiée en enflammant le mélange par tout autre moyen.

26.6 Essai de rotation pour les traversées

26.6.1 Procédure d'essai

Les traversées utilisées comme éléments de raccordement et qui sont soumises à un couple lors du raccordement ou de la déconnexion des conducteurs doivent être soumises à un essai de rotation.

Une fois montée, la tige de la traversée ou la traversée doit être soumise à un couple dont la valeur est donnée dans le Tableau 13.

Tableau 13 – Couple à appliquer à la tige des traversées utilisées comme éléments de raccordement

Diamètre de la tige de la traversée	Couple Nm
M 4	2,0
M 5	3,2
M 6	5
M 8	10
M 10	16
M 12	25
M 16	50
M 20	85
M 24	130

NOTE Les valeurs de couples pour des dimensions autres que celles spécifiées ci-dessus peuvent être déterminées à partir d'un graphique tracé en utilisant les valeurs ci-dessus. De plus, le graphique peut être extrapolé afin de permettre d'attribuer des valeurs de couples pour des traversées de dimensions plus grandes que celles spécifiées.

26.6.2 Critères d'acceptation

Une fois montées, ni la tige de la traversée ni la traversée ne doivent tourner lorsque la tige est soumise à un couple.

26.7 Enveloppes non métalliques ou parties non métalliques d'enveloppe

26.7.1 Généralités

En complément des essais pertinents donnés de 26.1 à 26.6, les enveloppes non métalliques doivent également être conformes aux exigences de 26.8 à 26.15, selon le cas.

26.7.2 Températures pendant les essais

Lorsque, conformément à la présente norme ou aux normes spécifiques citées à l'Article 1, des essais doivent être effectués en fonction des températures de service supérieures et inférieures admissibles, ces températures de service doivent être

- pour la température supérieure, la température de service maximale (voir 5.2) augmentée d'au moins 10 K et d'au plus 15 K;
- pour la température inférieure, la température de service minimale (voir 5.2) diminuée d'au moins 5 K et d'au plus 10 K.

26.8 Endurance thermique à la chaleur

L'endurance thermique à la chaleur doit être déterminée en soumettant les enveloppes ou parties d'enveloppe en matériau non métallique dont dépend l'intégrité du mode de protection à un séjour ininterrompu de quatre semaines dans une ambiance à (90 ± 5) % d'humidité relative et à une température de (20 ± 2) K au-dessus de la température de service maximale et d'au moins 80 °C.

Dans le cas d'une température de service maximale supérieure à 75 °C, le séjour de quatre semaines prévu ci-dessus doit être remplacé par un séjour de deux semaines à (95 ± 2) °C et (90 ± 5) % d'humidité relative suivi d'un séjour de deux semaines à une température de (20 ± 2) K supérieure à la température de service maximale.

NOTE Il est généralement admis que les matériaux en verre et en céramique ne sont pas affectés de façon défavorable par l'endurance thermique aux essais à la chaleur, et les essais peuvent ne pas être nécessaires.

26.9 Endurance thermique au froid

L'endurance thermique au froid doit être déterminée en soumettant les enveloppes ou parties d'enveloppe en matériau non métallique dont dépend le mode de protection, à un séjour de 24 h à une température ambiante correspondant à la température de service minimale diminuée comme indiqué en 26.7.2.

NOTE Il est généralement admis que les matériaux en verre et en céramique ne sont pas affectés de façon défavorable par l'endurance thermique aux essais au froid, et les essais peuvent ne pas être nécessaires.

26.10 Résistance à la lumière

26.10.1 Procédure d'essai

L'essai doit être effectué sur six éprouvettes de dimensions normalisées (80 ± 2) mm \times $(2 \pm 0,2)$ mm \times $(10 \pm 0,2)$ mm conformément à l'ISO 179. Ces éprouvettes doivent être préparées dans des conditions identiques à celles de la fabrication de l'enveloppe concernée; ces conditions sont à mentionner dans le rapport d'essai du matériel électrique.

L'essai doit être effectué conformément à l'ISO 4892-2 dans une enceinte d'exposition comportant une lampe au xénon et un système de filtres simulant la lumière solaire, à une température du tableau noir de (65 ± 3) °C. La durée d'exposition doit être au moins de 1 000 h.

Quand il n'est pas possible de préparer les échantillons en accord avec l'ISO 179 du fait de la nature du matériau non métallique, un essai de remplacement doit être permis avec ses justifications établies dans le rapport d'essai du matériel électrique.

26.10.2 Critères d'acceptation

Le critère d'évaluation est la résistance à la flexion sous impact conformément à l'ISO 179. La résistance à la flexion sous impact après l'exposition, dans le cas d'un impact sur la surface exposée, doit être d'au moins 50 % de la valeur mesurée sur les éprouvettes non exposées. Pour les matériaux dont la résistance à la flexion sous impact n'a pu être déterminée avant l'exposition du fait qu'aucune rupture ne s'est produite, pas plus de trois éprouvettes exposées ne doivent se casser.

26.11 Résistance aux agents chimiques du matériel électrique du Groupe I

Les enveloppes non métalliques et parties non métalliques d'enveloppes doivent être soumises aux essais de résistance aux agents chimiques suivants:

- huiles et graisses;
- liquides hydrauliques pour applications minières.

Les essais correspondants doivent être effectués sur quatre échantillons d'enveloppes rendus étanches pour empêcher l'entrée des liquides d'essai à l'intérieur de l'enveloppe:

- deux échantillons doivent séjourner pendant (24 ± 2) h dans de l'huile n° 2 conformément à l'annexe «Liquides de référence» de l'ISO 1817, à une température de (50 ± 2) °C;
- les deux autres échantillons doivent séjourner pendant (24 ± 2) h dans un liquide hydraulique résistant au feu, destiné à une utilisation à des températures comprises entre -20 °C et $+60$ °C, comprenant une solution aqueuse de polymère à 35 % d'eau à une température de (50 ± 2) °C.

A la fin de chaque essai, les échantillons d'enveloppes concernés doivent être retirés du bain de liquide, essuyés avec précaution, puis stockés pendant (24 ± 2) h dans l'atmosphère du laboratoire. Ensuite, chacun des échantillons d'enveloppes doit satisfaire aux essais d'enveloppes spécifiés en 26.4.

Si un ou plusieurs des échantillons d'enveloppes ne résistent pas à ces essais d'enveloppes après avoir été exposés à un ou plusieurs de ces agents chimiques, l'enveloppe doit être marquée du symbole «X», pour indiquer cette condition particulière d'utilisation conformément au point i) de 29.2, c'est-à-dire l'exclusion de l'exposition à des agents chimiques spécifiques pendant l'utilisation.

26.12 Continuité de terre

Le matériau à partir duquel l'enveloppe est construite peut être soumis aux essais comme une enveloppe complète, une partie d'enveloppe, ou comme un échantillon du matériel à partir duquel l'enveloppe est construite, à condition que les dimensions critiques appropriées de l'échantillon soient les mêmes que celles de l'enveloppe.

L'entrée de câble doit être représentée par une éprouvette de diamètre (nominal) de 20 mm en laiton ($\text{CuZn}_{39}\text{Pb}_3$ ou $\text{CuZn}_{38}\text{Pb}_4$) portant un filetage métrique ISO avec une classe de tolérance 6g, un pas de 1,5 mm conformément à la CEI 60423. La longueur de l'éprouvette doit être telle qu'elle assure qu'au moins un filet entier reste libre à chaque extrémité lorsqu'ils sont assemblés comme l'illustre le diagramme.

Des plaques de terre complètes ou des parties de plaques de terre prévues pour être utilisées avec l'enveloppe doivent être utilisées pour les besoins de cet essai.

Le trou non taraudé prévu dans les échantillons utilisés pour l'essai doit avoir un diamètre compris entre 22 mm et 23 mm et la méthode d'assemblage doit assurer que le filetage de vis de l'éprouvette ne soit pas en contact direct avec l'intérieur du trou non taraudé.

Les écrous de serrage doivent être en laiton ($\text{CuZn}_{39}\text{Pb}_3$ ou $\text{CuZn}_{38}\text{Pb}_4$) et doivent avoir un filetage métrique ISO avec une classe de tolérance 6H, un pas de 1,5 mm conformément à la CEI 60423. L'épaisseur des écrous doit être de 3 mm (nominale).

Les composants sont assemblés comme l'illustre la Figure 4. Le couple appliqué à chaque paire d'écrous à tour de rôle doit être de 10 Nm ($\pm 10\%$).

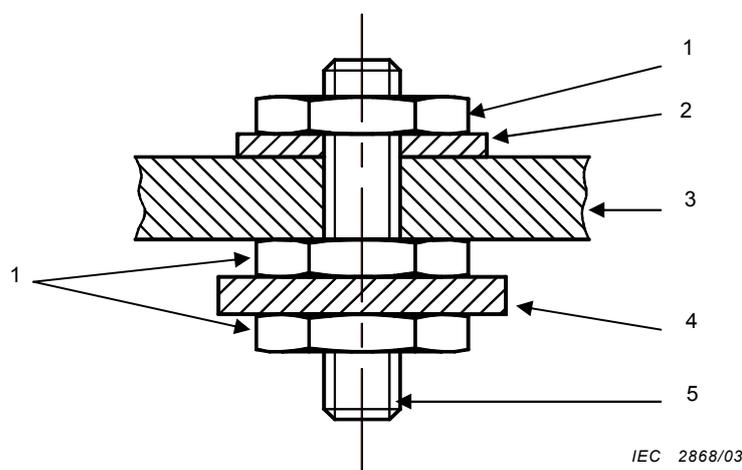
Le trou dans la paroi (ou partie de la paroi ou de l'échantillon d'essai) peut être un simple trou traversant ou un trou percé ayant une forme de filet compatible avec l'éprouvette.

Après que l'échantillon d'essai a été assemblé, il doit être soumis aux conditions pour l'essai d'endurance thermique à la chaleur comme décrit en 26.8.

Cela doit être suivi d'une période supplémentaire de 14 jours dans une étuve à l'air chaud à une température de 80 °C.

A l'issue du conditionnement, la résistance entre les plaques de terre ou les parties de plaques de terre doit être calculée en passant un courant direct de 10 A à 20 A entre les plaques de terre et en mesurant la chute de tension entre elles.

Le matériel non métallique qui a passé les essais de cette façon est jugé satisfaisant, si la résistance entre les plaques de terre ou parties de plaques de terre ne dépasse pas $5 \times 10^{-3} \Omega$.



Composants

- | | |
|--|--------------|
| 1 écrou | 5 éprouvette |
| 2 plaque de terre | |
| 3 paroi d'enveloppe (non métallique) | |
| 4 plaque de terre ou partie de plaque de terre | |

Figure 4 – Assemblage d'échantillon d'essai pour l'essai de continuité de terre

26.13 Vérification de la résistance de surface de parties d'enveloppes en matériau non métallique

La résistance de surface doit être vérifiée sur les parties d'enveloppes si leurs dimensions le permettent ou sur une éprouvette constituée par une plaque rectangulaire de dimensions

conformes aux indications de la Figure 5. L'éprouvette doit avoir une surface intacte et propre sur laquelle deux électrodes parallèles sont peintes à l'aide d'une peinture conductrice dont le solvant ne doit avoir aucun effet significatif sur la résistance de l'isolement.

L'éprouvette doit être nettoyée à l'eau distillée puis à l'alcool isopropylique (ou au moyen de tout autre solvant miscible à l'eau et n'altérant pas le matériau de l'éprouvette ou les électrodes), puis de nouveau à l'eau distillée et séchée. Elle doit ensuite, sans avoir été touchée à main nue, être soumise pendant au moins 24 h aux conditions à (23 ± 2) °C and (50 ± 5) % d'humidité. L'essai doit être effectué dans les mêmes conditions d'ambiance.

La tension continue appliquée entre électrodes doit être de (500 ± 10) V pendant (65 ± 5) s.

Pendant l'essai, cette tension doit être suffisamment stable pour que le courant de charge apparaissant quand la tension varie ait une valeur négligeable par rapport à celle du courant qui traverse l'éprouvette.

La résistance d'isolement s'exprime par le rapport de la tension continue appliquée aux électrodes sur le courant global qui passe entre elles, lorsque la tension.

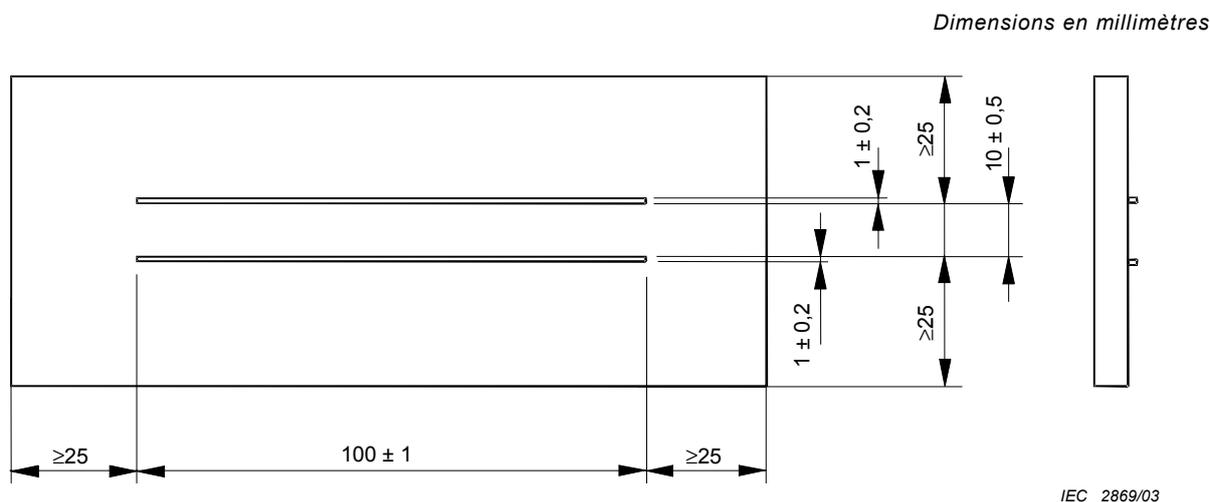


Figure 5 – Epreuve avec électrodes conductrices peintes

26.14 Essais de charge

26.14.1 Introduction

Le présent essai est réalisé avec la partie elle-même, ou avec un échantillon plat de 22 500 mm² du matériau non métallique avec lequel le matériel est construit.

NOTE La taille de l'échantillon plat est pertinente, parce qu'une preuve expérimentale montre que 22 500 mm² est une valeur optimale pour la surface en termes de densité de distribution de charge. D'autres facteurs influençant la validité des résultats d'essai sont l'humidité de l'environnement d'essai, qu'il convient de maintenir à 30 % HR ou au moins à (23 ± 2) °C pour réduire la fuite de charge électrostatique. De même, la taille de l'électrode de décharge d'étincelles pour produire une seule étincelle est importante. Des électrodes trop petites peuvent entraîner des étincelles de décharges multiples et/ou une décharge électrique d'énergie plus faible. Par conséquent, une électrode sphérique de (15 ± 1) mm doit être utilisée afin de produire une étincelle de décharge à un seul point. Enfin, l'état de transpiration de l'opérateur a également une influence.

26.14.2 Principe de l'essai

Soit l'échantillon réel, soit si cela n'est pas possible en raison de sa taille ou de sa forme, un échantillon du matériau en forme de plaque de 150 mm × 150 mm × 6 mm doit être conditionné pendant au moins 24 h à (23 ± 2) °C et à une humidité relative ne dépassant pas 30 % HR. Sa surface est ensuite chargée électriquement, dans les mêmes conditions

environnementales que lorsqu'il a été conditionné, par trois méthodes distinctes. La première méthode implique un frottement de la surface avec un matériau polyamide (par exemple polyamide 6,6). La deuxième méthode, un frottement de la même surface avec un tissu en coton, et la troisième une exposition de la même surface à une électrode de projection à tension élevée.

A l'issue de chacune des méthodes de charge, la charge Q d'une décharge de surface typique est mesurée. Cela est réalisé en déchargeant l'échantillon par une électrode sphérique (rayon de 10 mm à 15 mm) dans un condensateur C de valeur connue et en mesurant la tension V à travers celui-ci. La charge Q est donnée par la formule $Q = C V$, où C est la valeur du condensateur en farads (F) et V est la tension la plus élevée. Cette procédure est utilisée afin de trouver la méthode qui produit la charge mesurée la plus élevée pour évaluer l'intensité de la décharge conformément à 26.14.7.

Lorsqu'il y a une tendance générale à la baisse des charges stockées pendant ces essais, de nouveaux échantillons doivent être utilisés pour les essais suivants. La valeur la plus élevée doit être utilisée pour la procédure d'évaluation conformément à 26.14.7.

NOTE Dans certains cas, les propriétés du matériau chargé ont pu être altérées en raison des décharges, de sorte que la charge transférée diminue dans les essais ultérieurs.

Dans la mesure où ce type d'expériences peut être influencé par exemple par la transpiration de l'opérateur, il doit être démontré par une expérience d'étalonnage avec un matériau de référence de PTFE que la charge transférée est d'au moins 60 nC.

26.14.3 Echantillons et matériel d'essai

L'échantillon d'essai doit se composer, soit de l'échantillon réel, soit, si ce n'est pas possible en raison de sa taille ou de sa forme, d'une plaque plate de 150 mm × 150 mm × 6 mm du matériau non conducteur. Le matériel d'essai doit se composer des éléments suivants:

- a) une alimentation électrique de tension élevée en courant continu, capable de délivrer au moins 30 kV;
- b) un voltmètre électrostatique (0 V à 10 V) avec une incertitude de mesure de $\pm 10\%$ ou meilleure et une résistance d'entrée supérieure à $10^9 \Omega$;
- c) un condensateur de 0,10 μF pour au moins 400 V (0,01 μF convient également, si la résistance d'entrée du voltmètre est supérieure à $10^{10} \Omega$);
- d) un tissu en coton suffisamment grand afin d'éviter tout contact entre l'échantillon d'essai et les doigts de l'opérateur au cours du processus de frottement;
- e) un tissu en polyamide suffisamment grand afin d'éviter tout contact entre l'échantillon d'essai et les doigts de l'opérateur au cours du processus de frottement;
- f) un support en PTFE, ou des pinces, capables de déplacer l'échantillon d'essai sans décharger sa surface chargée;
- g) un disque plat fait de PTFE avec une superficie de 22 500 mm² comme référence de charge élevée;
- h) une plaque reliée à la terre.

26.14.4 Conditions d'environnement

Tous les essais doivent être menés dans une pièce avec une température de $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$ et pas plus de 30 % d'humidité relative.

26.14.5 Conditionnement

L'éprouvette doit être nettoyée avec de l'alcool isopropylique, rincée avec de l'eau distillée et séchée par exemple dans un four de séchage à pas plus de 50°C . L'éprouvette doit ensuite être stockée dans la chambre d'essai pendant au moins 24 h à $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$.

26.14.6 Détermination de la méthode de charge la plus efficace

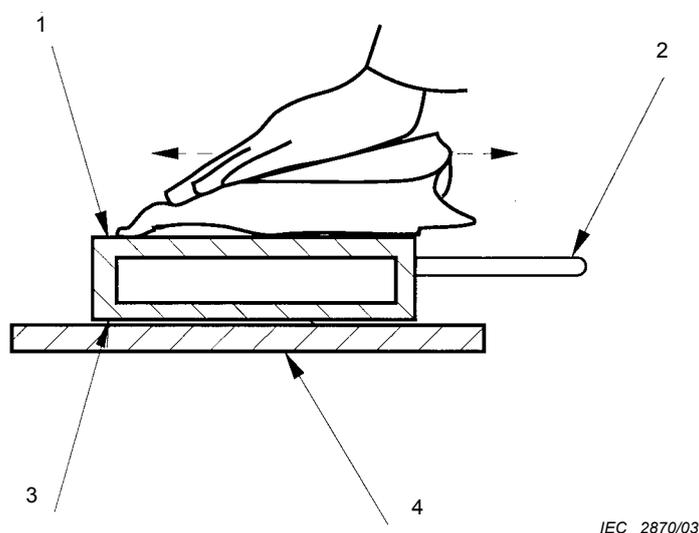
26.14.6.1 Méthode A: Frottement avec un tissu en polyamide pur (Figure 6)

Poser l'échantillon sur une plaque isolée, sa surface étant orientée vers le haut. Charger la surface rapidement en la frottant 10 fois avec le tissu en polyamide. Le dernier frottement doit se terminer sur le bord de l'échantillon. Décharger l'échantillon en approchant lentement l'électrode sphérique qui est connectée à un condensateur de 0,1 µF ou 0,01 µF (Figure 7) vers l'échantillon jusqu'à ce qu'une décharge se produise. L'électrode est alors écartée de l'échantillon et la tension créée sur le condensateur est mesurée. La charge de surface est donnée par la formule:

$$Q = CV$$

où V est la tension parcourant le condensateur à $t = 0$.

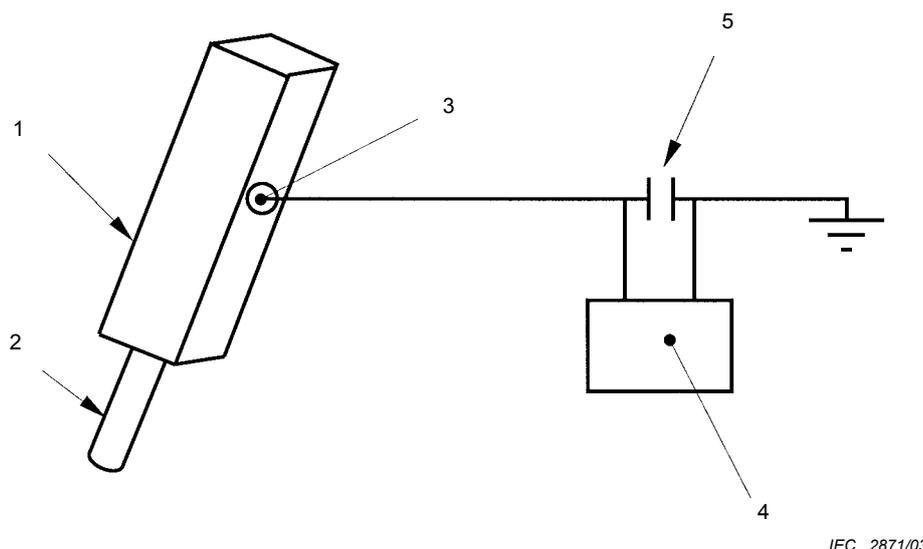
L'essai doit être répété 10 fois.



Composants

- | | | | |
|---|--------|---|-----------------|
| 1 | face A | 2 | support en PTFE |
| 3 | face B | 4 | PTFE |

Figure 6 – Frottement avec un tissu en polyamide pur ou en coton pur



Composants

- | | | | |
|---|------------------------------|---|-----------------|
| 1 | conteneur chargé | 2 | support en PTFE |
| 3 | sphère, de rayon 10 mm-15 mm | 4 | voltmètre |
| 5 | $C_M = 0,1 \mu\text{F}$ | | |

Figure 7 – Déchargement d'un conteneur avec une sonde connectée à la terre par un condensateur de 0,1 μF

26.14.6.2 Méthode B: Frottement avec un tissu en coton (Figure 6)

Répéter la procédure donnée à la Méthode A en utilisant un tissu de pur coton au lieu d'un tissu en polyamide. L'essai doit être répété 10 fois. La valeur la plus élevée doit être utilisée pour la procédure d'évaluation conformément à 26.14.7.

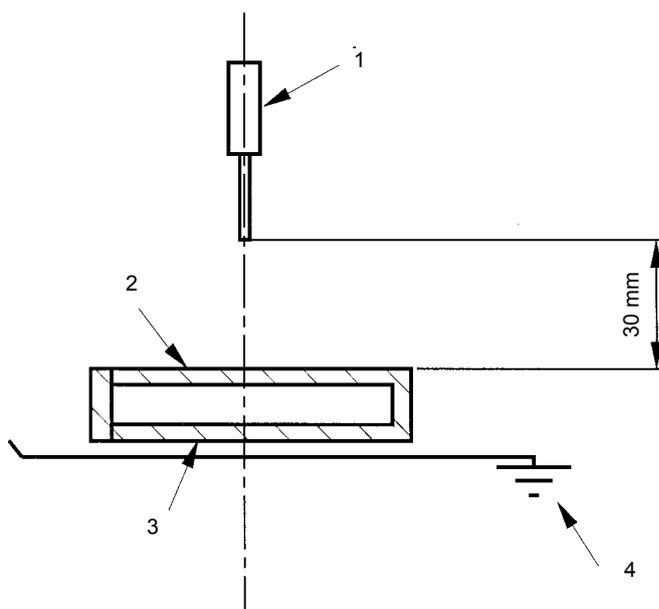
26.14.6.3 Méthode C: Charge par influence avec une alimentation électrique de tension élevée en courant continu (Figure 8)

Positionner l'électrode de projection au-dessus de l'échantillon d'essai à 30 mm du centre de la surface exposée et la charger avec une tension d'au moins 30 kV entre l'électrode négative et la terre. Déplacer l'échantillon pendant 1 min afin de charger la surface complète et de décharger l'échantillon conformément à 26.14.6.1. L'essai doit être répété 10 fois. La valeur la plus élevée doit être utilisée pour la procédure d'évaluation conformément à 26.14.7.

26.14.7 Evaluation de la décharge

La charge Q maximale transférée du matériau d'enveloppes non conducteur doit être inférieure à la valeur suivante, à condition que la charge transférée du matériau de référence soit nettement supérieure à 60 nC:

- 60 nC pour le matériel du Groupe I ou IIA,
- 30 nC pour le matériel du Groupe IIB,
- 10 nC pour le matériel du Groupe IIC,
- 200nC pour le matériel du Groupe III.



IEC 2872/03

Composants

- | | |
|-----------------------|---------------------------------|
| 1 électrode de charge | 2 face A |
| 3 face B | 4 plaque de conduction (laiton) |

Figure 8 – Chargement par influence avec une alimentation électrique de tension en courant continu

26.15 Mesure de la capacité

26.15.1 Procédure d'essai

L'essai doit être mené sur deux échantillons complètement assemblés du matériel électrique. Les échantillons doivent être conditionnés dans une chambre de conditionnement climatique pendant au moins 1 h à une température de $(20 \pm 2) ^\circ\text{C}$ et à une humidité relative de $(50 \pm 5) \%$. L'échantillon en essai doit être placé sur une plaque métallique reliée à la terre mesurant environ $90 \text{ mm} \times 160 \text{ mm} \times 3 \text{ mm}$ (mais qui peut être plus grande si l'échantillon le nécessite). La capacitance entre chaque partie métallique exposée sur le matériel doit être mesurée dans la gamme 0 pF à 200 pF avec une précision de $\pm 5 \%$ et avec des fils de connexion aussi courts que possible et dans tous les cas inférieurs à 1 m. S'il n'y a pas de parties métalliques exposées, un point d'essai doit être créé en insérant une vis à l'endroit qui donne les résultats les plus défavorables. La ou les positions du matériel doivent être celles considérées pour donner les résultats les plus défavorables.

26.15.2 Critères d'acceptation

La capacitance maximale doit être la suivante:

- pour le matériel du Groupe I 50 pF
- pour le matériel du Groupe IIA 50 pF
- pour le matériel du Groupe IIB 15 pF
- pour le matériel du Groupe IIC 5 pF
- pour le matériel de Groupe III 10 pF

NOTE Pour le matériel de Groupe III destiné à une utilisation dans des conduits ou des canalisations sujets à la présence de déplacement rapides de poussières, une valeur limite plus basse pour la capacité est à l'étude.

27 Essais individuels

Le constructeur doit aussi effectuer tous les essais individuels nécessaires exigés par toute norme listée dans l'Article 1 qui ont été utilisées pour les contrôles et essais du matériel.

28 Responsabilité du constructeur

28.1 Conformité à la documentation

Le constructeur doit effectuer les vérifications ou essais nécessaires pour assurer que le matériel électrique produit est conforme à la documentation.

NOTE Ce paragraphe n'exige pas une inspection individuelle à 100 % des composants. Les méthodes statistiques peuvent être utilisées pour la vérification de la conformité.

28.2 Certificat

Le constructeur doit préparer, ou avoir préparé, un certificat confirmant que le matériel est conforme aux exigences de la présente norme ainsi qu'avec ses autres parties applicables et les normes complémentaires mentionnées à l'Article 1. Le certificat peut être relatif à un matériel Ex ou à un composant Ex.

28.3 Responsabilité du marquage

Par le marquage du matériel électrique conformément à l'Article 29, le constructeur atteste sous sa propre responsabilité que

- le matériel électrique a été construit conformément aux règles applicables des normes appropriées en matière de sécurité,
- les vérifications et essais individuels de l'Article 28.1 ont été effectués avec succès et que le produit est conforme à la documentation.

29 Marquage

Dans l'intérêt de la sécurité, il importe que le système de marquage indiqué ci-après soit appliqué seulement au matériel électrique qui répond aux normes spécifiques aux modes de protection cités à l'Article 1.

29.1 Emplacement

Le matériel électrique doit être marqué lisiblement sur la partie principale du matériel, à l'extérieur du matériel et le marquage doit être visible avant l'installation du matériel.

NOTE 1 Il convient que, si possible, le marquage soit encore visible après l'installation du matériel.

NOTE 2 Quand le marquage est situé sur une partie amovible du matériel, une copie du marquage placée à l'intérieur du matériel peut être utile pendant l'installation et la maintenance en permettant de ne pas confondre des matériels similaires. Voir 29.10 pour des recommandations supplémentaires pour les matériels extrêmement petits et les composants Ex.

29.2 Généralités

Le marquage doit comprendre ce qui suit:

- a) la raison sociale du constructeur ou sa marque commerciale déposée;
- b) la désignation du type donnée par le constructeur;
- c) un numéro de fabrication, sauf pour:

- les éléments de raccordement (entrées de câbles et de conduits, les éléments d'obturation, les plaques intermédiaires d'adaptation et les traversées) ;
- les très petits matériels électriques sur lesquels la place est limitée ;

(Un numéro de lot peut être considéré comme une alternative au numéro de fabrication.)

- d) le nom ou le sigle de l'émetteur du certificat et la référence du certificat dans le format suivant: les deux derniers digits de l'année du certificat suivis par un «.» suivi par une référence unique dans l'année, en quatre caractères pour le certificat ;

NOTE 1 Dans certaines régions, pour une certification par une tierce-partie, le caractère de séparation «. » peut être remplacé par un autre signe de séparation, tel que « ATEX ».

- e) s'il est nécessaire d'indiquer une condition particulière d'utilisation, le symbole « X » doit être placé après la référence du certificat, Un marquage d'avertissement peut apparaître sur le matériel comme alternative à l'exigence de marquage « X ».

NOTE 2 Il convient que le constructeur assure que les exigences pour les conditions particulières d'utilisation soient transmises au client en même temps que toute autre information pertinente.

- f) le marquage spécifique Ex pour les atmosphères explosives gazeuses, voir 29.3, ou pour les atmosphères de poussières explosives, voir 29.4. Les marquages Ex pour les atmosphères explosives gazeuses et ceux pour les atmosphères de poussières explosives doivent être séparés et non combinés ;
- g) tout marquage complémentaire exigé par des normes spécifiques aux modes de protection concernés, comme dans l'Article 1.

NOTE 3 Un marquage complémentaire peut être exigé par les normes applicables de construction du matériel électrique relatives à la sécurité.

29.3 Marquage Ex pour les atmosphères explosives gazeuses

Le marquage Ex doit inclure ce qui suit:

- a) le symbole Ex qui indique que le matériel électrique correspond à un ou plusieurs modes de protection qui sont l'objet d'une norme spécifique listée dans l'Article 1:
- b) le symbole pour chaque mode de protection utilisé:
- «d»: enveloppe antidéflagrante, (pour EPL Gb ou Mb)
 - «e»: sécurité augmentée, (pour EPL Gb ou Mb)
 - «ia»: sécurité intrinsèque, (pour EPL Ga ou Ma)
 - «ib»: sécurité augmentée, (pour EPL Gb ou Mb)
 - « ic»: sécurité intrinsèque, (pour EPL Gc)
 - «ma»: encapsulage, (pour EPL Ga ou Ma)
 - «mb»: encapsulage, (pour EPL Gb ou Mb)
 - "mc": encapsulage, (pour EPL Gc) – A l'étude
 - «nA»: sans étincelles, (pour EPL Gc)
 - «nC»: protégé contre les étincelles, (pour EPL Gc)
 - «nR»: respiration limitée, (EPL Gc)
 - «nL»: énergie limitée, (pour EPL Gc)
 - «o»: immersion dans l'huile, (pour EPL Gb)
 - « px »: surpression interne, (pour EPL Gb ou Mb)
 - « py »: surpression interne, (pour EPL Gb)
 - « pz »: surpression interne, (pour EPL Gc)
 - «q»: remplissage pulvérulent, (pour EPL Gb ou Mb)
- c) le symbole du groupe:

- I pour le matériel électrique destiné aux mines grisouteuses;
- IIA, IIB ou IIC pour le matériel électrique destiné à des lieux en atmosphères explosives gazeuses autres que les mines grisouteuses.

Lorsqu'un matériel électrique est certifié pour utilisation seulement dans un gaz particulier, la formule chimique ou du nom de ce gaz entre parenthèses.

Lorsqu'un matériel électrique est certifié pour utilisation dans un gaz particulier et pour utilisation dans un groupe spécifique de matériel électrique, la formule chimique doit suivre le groupe et être séparée par le symbole «+», par exemple «IIB + H₂»;

NOTE 1 Les matériels marqués «IIB» conviennent pour les applications exigeant des matériels du Groupe IIA. De même, les matériels marqués «IIC» conviennent pour des applications exigeant des matériels des Groupes IIA et IIB.

- d) pour le matériel électrique du Groupe II, le symbole indiquant la classe de température. Lorsque le constructeur souhaite spécifier une température maximale de surface entre deux classes de températures, il peut le faire en marquant cette température maximale de surface en degrés Celsius seule, ou en marquant à la fois cette température maximale de surface en degrés Celsius et, entre parenthèses, la prochaine classe de température la plus élevée, par exemple, T1 ou 350 °C ou 350 °C (T1).

Le matériel électrique du Groupe II présentant une température maximale de surface supérieure à 450 °C doit porter uniquement l'inscription de la température maximale de surface en degrés Celsius, par exemple, 600 °C.

Le matériel électrique du Groupe II, marqué pour utilisation dans un gaz particulier, ne doit pas comporter une référence de classe de température ou une température maximale de surface.

Lorsque cela est approprié conformément à 5.1.1, le marquage doit inclure soit le symbole T_a ou T_{amb} accompagné de la gamme de température ambiante, soit le symbole « X » pour indiquer cette condition particulière d'utilisation conformément au point e) de 29.2.

Il n'est pas nécessaire que les entrées de câbles, les éléments d'obturation Ex et les adaptateurs Ex soient marqués avec une classe de température ou une température maximale de surface en degrés Celsius.

- e) le niveau de protection du matériel (EPL) « Ga », « Gb », « Gc », « Ma » ou « Mb » selon le cas applicable.

Le marquage de a) à e) conformément à 29.3 doit être placé dans l'ordre dans lequel il est donné en 29.3 et il doit posséder des séparations par un petit espace.

Pour le matériel associé adapté aux installations dans un emplacement dangereux, et où la limitation d'énergie est fournie dans le matériel dans l'emplacement dangereux, le symbole du mode de protection doit être placé entre deux crochets, par exemple Ex d[jia] IIC T4 Gb. Quand le groupe de matériel du matériel associé diffère de celui du matériel, le groupe de matériel du matériel associé doit être placé dans des crochets, par exemple, Ex d[jia IIC Ga] IIB T4 Gb.

NOTE 2 Un shunt de sécurité à barrière de diode situé hors d'une enveloppe antidéflagrante est un exemple typique.

Pour le matériel associé adapté aux installations dans un emplacement dangereux, et où la limitation d'énergie est fournie hors du matériel dans l'emplacement dangereux, le symbole du mode de protection ne doit pas être placé entre deux crochets, par exemple Ex d ia IIC T4 Gb.

NOTE 3 Un luminaire antidéflagrant avec une cellule photoélectrique de sécurité intrinsèque dans un emplacement de sécurité est un exemple typique.

Pour le matériel associé non adapté aux installations dans un emplacement dangereux, à la fois le symbole Ex et le symbole du mode de protection doivent être entre les mêmes crochets, par exemple, [Ex ia Ga] IIC.

Pour le matériel qui comprend à la fois un matériel associé et un matériel de sécurité intrinsèque sans connexions à faire nécessairement au matériel de sécurité intrinsèque par le constructeur, le marquage de matériel associé ne doit pas apparaître sauf si l'EPL est différent. Par exemple, Ex d ib IIC T4 Gb et non Ex d ib[ib Gb] IIC T4 Gb, mais Ex d ia[ia Ga] IIC T4 Gb est correct pour différencier les EPLs.

NOTE 4 Pour le matériel associé non adapté à une utilisation dans un emplacement dangereux, une classe de température n'est pas incluse.

29.4 Marquage Ex pour atmosphères de poussières explosives

Le marquage Ex doit inclure ce qui suit:

- a) le symbole Ex, qui indique que le matériel électrique correspond à un ou plusieurs modes de protection qui sont l'objet des normes spécifiques listées en Article 1:
- b) le symbole pour chaque mode de protection utilisé:
 - « ta »: protection par enveloppe, (pour EPL Da)
 - « tb »: protection par enveloppe, (pour EPL Db)
 - « tc »: protection par enveloppe, (pour EPL Dc)
 - « ia »: sécurité intrinsèque, (pour EPL Da)
 - « ib »: sécurité intrinsèque, (pour EPL Db)
 - « ic »: sécurité intrinsèque, (*pour EPL Dc*) – *A l'étude*
 - « ma »: encapsulage, (pour EPL Da)
 - « mb »: encapsulage, (pour EPL Db)
 - *"mc": encapsulage, (pour EPL Dc) – A l'étude*
 - « p »: surpression interne, (pour EPL Db ou Dc)
- c) le symbole du groupe:
 - IIIA, IIIB ou IIIC pour le matériel électrique pour les emplacements où existe une atmosphère de poussières explosive,

NOTE 1 Les matériels marqués «IIIB» conviennent pour les applications exigeant des matériels du Groupe IIIA. De même, les matériels marqués «IIIC» conviennent pour des applications exigeant des matériels des Groupes IIIA et IIIB.

- d) la température maximale de surface en degrés Celsius et l'unité de la mesure °C précédée de la lettre « T », (par exemple T 90 °C).

Lorsque conformément à 5.3.2.3, la température maximale de surface T_L doit être montrée avec une valeur en degrés Celsius et l'unité de mesure °C, avec une épaisseur de couche L indiquée comme un index en mm, (par exemple T_{500} 320 °C) ou que le marquage doit inclure le symbole « X » pour indiquer cette condition d'utilisation conformément au point e) de 29.2.

Lorsque cela est approprié conformément à 5.1.1, le marquage doit inclure soit le symbole T_a ou T_{amb} accompagné de la gamme de températures ambiante, soit le symbole « X » pour indiquer cette condition particulière d'utilisation conformément au point e) de 29.2.

Il n'est pas nécessaire que les entrées de câbles, les éléments d'obturation Ex et les adaptateurs Ex soient marqués avec une classe de températures ou une température maximale de surface en degrés Celsius ;

- e) l'EPL, « Da », « Db », ou « Dc », comme applicable ;
- f) le degré de protection (par exemple IP54).

Le marquage de a) à e) conformément à 29.4 doit être placé dans l'ordre dans lequel il est donné en 29.4 et il doit posséder des séparations par un petit espace.

Pour le matériel associé adapté aux installations dans un emplacement dangereux, et où la limitation d'énergie est fournie dans le matériel dans l'emplacement dangereux, le symbole du

mode de protection doit être placé entre deux crochets, par exemple Ex t[ia Da] IIIC T100 °C Db. Quand le groupe de matériel du matériel associé diffère de celui du matériel, le groupe de matériel du matériel associé **doit être placé** entre crochets, par exemple, Ex t [ia IIIC Da] IIIB T100 °C Db.

NOTE 2 Un shunt de sécurité à barrière de diode situé hors d'une enveloppe protégée contre la poussière est un exemple typique.

Pour le matériel associé adapté aux installations dans un emplacement dangereux, et où la limitation d'énergie est fournie hors du matériel dans l'emplacement dangereux, le symbole du mode de protection **ne doit pas être placé** entre deux crochets, par exemple Ex t ia IIIC T100 °C Db.

NOTE 3 Un luminaire protégé contre la poussière avec une cellule photoélectrique de sécurité intrinsèque connectée à un emplacement de sécurité est un exemple typique.

Pour le matériel associé non adapté aux installations dans un emplacement dangereux, à la fois le symbole Ex et le symbole du mode de protection doivent être entre les mêmes crochets, par exemple, [Ex ia Da] IIIC.

Pour le matériel qui comprend à la fois un matériel associé et un matériel de sécurité intrinsèque sans connexions à faire nécessairement au matériel de sécurité intrinsèque par le constructeur, le marquage de matériel associé ne doit pas apparaître sauf si l'EPL est différent. Par exemple, Ex ib t IIIC T100 °C Db et non Ex ib t[ib Db] IIIC T100 °C Db, mais Ex ia t[ia Da] IIIC T100 °C Db est correct for différencier les EPLs.

NOTE 4 Pour le matériel associé non adapté à une utilisation dans un emplacement dangereux, un marquage de température n'est pas inclus.

29.5 Modes de protection combinés

Quand des modes de protection différents sont utilisés pour différentes parties d'un matériel électrique ou un composant Ex, le marquage Ex doit inclure les symboles pour tous les modes de protection utilisés. Les symboles pour les modes de protection doivent être en ordre alphabétique, avec de petits espaces de séparation. Quand le matériel associé est incorporé, les symboles pour le mode de protection, y compris les crochets le cas échéant, doivent suivre les symboles des modes de protection du matériel.

29.6 Modes de protection multiples

Le matériel peut être conçu avec plusieurs modes de protection de sorte qu'il est adapté pour une installation selon différentes voies, en utilisant les exigences de l'installation appropriée pour le mode de protection sélectionné. Par exemple, un matériel qui est conçu pour être conforme simultanément aux exigences de matériel pour Ex i et aussi aux exigences de matériel Ex de, peut être installé selon la sélection de l'installateur/ du client.

Dans ce cas,

- chaque marquage respectif Ex doit être indiqué séparément sur le matériel et doit être précédé d'un emplacement pour un marquage d'identification permettant le marquage Ex sélectionné au moment de l'installation,
- chaque marquage respectif Ex doit être indiqué séparément sur le certificat.

Quand un certificat unique est préparé pour chaque marquage Ex affiché individuellement dans le certificat, le marquage applicable et tout écart dans les paramètres ou dans la spécification de chaque marquage Ex différent doit être affiché sans ambiguïté.

Quand un certificat séparé est préparé pour chaque marquage Ex, tous les paramètres ou spécifications pertinents doivent être fournis dans le certificat pour le marquage individuel Ex.

29.7 Ga utilisant deux modes de protection Gb indépendants

Lorsque deux modes de protection indépendants d'EPL Gb sont utilisés pour la même partie d'un matériel électrique afin d'atteindre l'EPL Ga, le marquage Ex doit inclure les symboles pour les deux modes de protection utilisés, les symboles pour les modes de protection étant joints par un « + ». Voir la CEI 60079-26.

29.8 Composants Ex

Les composants Ex au sens de l'Article 13 doivent être lisibles. Ce marquage doit comprendre ce qui suit:

- a) le nom ou la marque déposée du fabricant;
- b) la désignation du type donnée par le constructeur;
- c) le symbole Ex;
- d) le sigle de chaque mode de protection utilisé;
- e) le symbole du groupe du matériel électrique du composant Ex;
- f) le nom ou le sigle de l'émetteur du certificat, et le numéro du certificat,
- g) le symbole «U»; et

NOTE 1 Le symbole «X» n'est pas utilisé.

- h) le marquage complémentaire prescrit dans les normes spécifiques pour les modes de protection concernés citées à l'Article 1.

NOTE 2 Un marquage complémentaire peut être exigé par les normes pour la construction du matériel électrique.

- i) le reste des informations de marquage de 29.3 ou 29.4 selon le cas applicable, autant que cela est possible physiquement.

Les marquages Ex pour les atmosphères explosives gazeuses et pour les atmosphères de poussières explosives doivent être séparés et non combinés.

29.9 Petits matériels et petits composants Ex

Sur le petit matériel électrique et sur les petits composants Ex, lorsque la place est limitée, une réduction du marquage est autorisée. Les éléments suivants répertorient le marquage minimal exigé sur le matériel ou sur le composant Ex:

- a) la raison sociale du constructeur ou sa marque commerciale déposée;
- b) la désignation du type donnée par le constructeur. La désignation du type peut être abrégée ou omise si la référence du certificat permet l'identification du type;
- c) le nom ou le sigle de l'émetteur du certificat, et le numéro du certificat, et
- d) le symbole «X» ou «U» (si approprié).

NOTE Les symboles «X» et «U» ne sont jamais utilisés ensemble.

- e) le reste des informations de marquage de 29.3 ou 29.4 selon le cas applicable, autant que cela est possible physiquement.

29.10 Matériel et composant Ex extrêmement petits

Sur le matériel électrique et sur le composant Ex extrêmement petits, lorsque la place est limitée pour le marquage, un marquage sur étiquette et lié au matériel ou au composant est autorisé. Ce marquage doit être identique au marquage de 29.2, 29.3 ou 29.4 selon le cas applicable et doit apparaître sur une étiquette fournie avec le matériel ou le composant et à installer à proximité du matériel ou du composant.

29.11 Marquages d'avertissement

Lorsque l'un des marquages d'avertissement suivants est exigé sur le matériel, le texte comme décrit dans le Tableau 14, suivant le mot «AVERTISSEMENT», peut être remplacé

par un texte équivalent d'un point de vue technique. Des avertissements multiples peuvent être combinés en un avertissement équivalent.

Tableau 14 – Texte de marquages d'avertissement

	Référence	Marquage d'AVERTISSEMENT
a)	6.3	AVERTISSEMENT– APRÈS MISE HORS TENSION, ATTENDRE Y MINUTES AVANT L'OUVERTURE (Y étant la valeur en minutes du délai exigé)
b)	6.3	AVERTISSEMENT– NE PAS OUVRIR SI UNE ATMOSPHÈRE EXPLOSIVE PEUT ÊTRE PRÉSENTE
c)	18.2	AVERTISSEMENT– NE PAS MANOEUVRER EN CHARGE
d)	18.4 b), 19 21.2 b) 21.3 b)	AVERTISSEMENT– NE PAS OUVRIR SOUS TENSION
e)	20.1 b)	AVERTISSEMENT– NE PAS SÉPARER SOUS TENSION
f)	20.1 b)	AVERTISSEMENT– SÉPARER SEULEMENT DANS UN ENDROIT NON DANGEREUX
g)	7.4.2 g)	AVERTISSEMENT– DANGER POTENTIEL DE CHARGES ÉLECTROSTATIQUES – VOIR INSTRUCTIONS
h)	18.4.2) 21.2.2 21.3.2)	AVERTISSEMENT– PARTIES ACTIVES SOUS COUVERCLE – NE PAS TOUCHER

29.12 Marquage alternatif du niveau de protection du matériel (EPL)

Le marquage de l'EPL est indiqué par l'utilisation d'une lettre majuscule pour l'atmosphère explosive spécifique pour laquelle le matériel est adapté et une lettre minuscule indiquant le niveau. Comme alternative au marquage donné en 29.3 et 29.4, « M », « G » et « D » ne sont pas utilisés parce que l'atmosphère spécifique est identifiable par le marquage du groupe « I » (mines), "II » (gaz et vapeur » et « III » (poussières combustibles) et la lettre minuscule utilisée pour le niveau est ajoutée au mode de protection quand elle n'existe pas déjà.

Le marquage alternatif de l'EPL n'est pas autorisé quand la CEI 60079-6 est appliquée pour un matériel destiné à une utilisation en paroi entre un emplacement exigeant l'EPL Ga et un emplacement moins dangereux. Voir l'article "Marquage" de la CEI 60079-26.

29.12.1 Marquage alternatif du mode de protection pour les atmosphères explosives gazeuses

Comme alternative au marquage du mode de protection donné en 29.3 b), les symboles suivants doivent fournir le niveau comme il est indiqué ci-dessous:

- « db »: enveloppe antidéflagrante.
- « eb »: sécurité augmentée.
- « ia »: sécurité intrinsèque.
- « ib »: sécurité intrinsèque.
- « ic »: sécurité intrinsèque.
- « ma »: encapsulage.
- « mb »: encapsulage.
- « nAc »: sans étincelle.
- « nCc »: protégé contre les étincelles.
- « nRc »: respiration limitée.

- « nLc »: énergie limitée.
- « ob »: immersion dans l'huile.
- « pxb »: surpression interne.
- « pyb »: surpression interne.
- « pzc »: surpression interne.
- « qb »: remplissage pulvérulent.

29.12.2 Marquage alternatif du mode de protection pour les atmosphères de poussières explosives

Comme alternative au marquage du mode de protection donné en 29.4b), les symboles suivants doivent fournir le niveau comme il est indiqué ci-dessous:

- « ta »: protection par enveloppe.
- « tb »: protection par enveloppe.
- « tc »: protection par enveloppe.
- « ia »: sécurité intrinsèque.
- « ib »: sécurité intrinsèque.
- « ma »: encapsulage.
- « mb »: encapsulage.
- « pb »: surpression interne.
- « pc »: surpression interne.

29.13 Eléments et batteries

Conformément à 23.11, lorsqu'il est nécessaire pour l'utilisateur de remplacer les éléments ou les batteries contenues à l'intérieur d'une enveloppe, les paramètres appropriés pour permettre un remplacement correct doivent être marqués lisiblement et durablement sur ou à l'intérieur de l'enveloppe. Soit la raison sociale et la référence du constructeur, soit le système électrochimique, la tension nominale et la capacité assignée doivent être inclus.

Quand des ensembles de batteries remplaçables sont utilisés, l'ensemble de batterie remplaçable doit être marqué sur l'extérieur de l'ensemble de batteries avec ce qui suit:

- fabricant ;
- identification du type du fabricant ;
- les mots « Utiliser uniquement sur... » suivis de l'identification du type du matériel auquel il est destiné.

Et le matériel doit être marqué avec les mots « Utiliser uniquement des ensembles de batteries remplaçables » suivis par l'identification du fabricant et du type du fabricant de l'ensemble de batteries remplaçables.

29.14 Exemples de marquages³

Matériel électrique antidéflagrant « d » (EPL Mb) pour mines grisouteuses:

BEDELLE S.A
TYPE A B 5
Ex d I Mb

alternative Ex db I

³ L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente norme peuvent faire l'objet de droit 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 averti de leur existence.

No. 325
ABC 02.1234

.....
.....

Composant Ex, antidéflagrant « d » (EPL Gb), avec circuit de sortie de sécurité intrinsèque « ia » (EPL Ga); pour atmosphères explosives gazeuses autres que les mines grisouteuses; gaz de subdivision C; fabrication H. RIDSTONE and Co. Ltd. Type KW 369:

Ex d [ia Ga] IIC Gb alternative Ex db [ia] IIC
DEF 02.0536 U

.....



.....

Matériel électrique, de sécurité augmentée « e » (EPL Gb) et à enveloppe à surpression interne « px » (EPL Gb); température maximale de surface de 125 °C; pour atmosphères explosives gazeuses autres que les mines grisouteuses; gaz de température d'inflammation supérieure à 125 °C; conditions particulières pour une utilisation de sécurité indiquée dans le certificat.

H. ATHERINGTON Ltd
TYPE 250 JG 1
Ex e px IIC 125 °C (T4) Gb alternative Ex eb pxb IIC 125 °C (T4)
No. 56732
GHI 02.0076 X

.....

.....

Matériel électrique, à enveloppe antidéflagrante « d » (EPL Mb et Gb) et de sécurité augmentée « e » (EPL Mb et Gb) pour mines grisouteuses et pour lieux en atmosphères explosives gazeuses autres que les mines grisouteuses; gaz de subdivision B de température d'inflammation supérieure à 200 °C.

A.R. ACHUTZ A.G.
TYPE 5 CD
Ex d e I Mb alternative Ex db eb I
Ex d e IIB T3 Gb alternative Ex db eb IIB T3
No. 5634
JKL 02.0521

.....

.....

Matériel électrique antidéflagrant « d » (EPL Gb) pour atmosphères explosives gazeuses autres que les mines grisouteuses; à base de gaz ammoniac uniquement.

WOKAITERT SARL
TYPE NT 3
Ex d II (NH₃) Gb alternative Ex db II (NH₃)
No. 6549
MNO 02.3102

.....

.....

Matériel électrique avec mode de protection « ma » (EPL Da) pour atmosphère de poussières explosives contenant des poussières conductrices du Groupe IIIC et avec une température maximale de surface inférieure à 120 °C.

ABC company

.....

Type RST
Serial No. 123456
Ex ma IIIC T120 °C Da alternative Ex ma IIIC T120 °C
IP68
N.A. 01.9999
.....
.....

Matériel électrique avec mode de protection par encapsulation « ia » (EPL Da) pour atmosphère de poussières explosive contenant des poussières conductrices du Groupe IIIC et avec une température maximale de surface inférieure à 120 °C.

ABC company
Type XYZ
Serial No. 123456
Ex ia IIIC T120 °C Da alternative Ex ma IIIC T120 °C
IP20
N.A. 01.9999
.....
.....

Matériel électrique avec mode de protection par encapsulation « p » (EPL Db) pour atmosphère de poussières explosive contenant des poussières conductrices du Groupe IIIC et avec une température maximale de surface inférieure à 120 °C.

ABC company
Type KLM
Serial No. 123456
Ex p IIIC T120 °C Db alternative Ex pb IIIC T120 °C
IP65
N.A. 01.9999
.....
.....

Matériel électrique avec mode de protection « t » (EPL Db) pour atmosphère de poussières explosive contenant des poussières conductrices du Groupe IIIC et avec une température maximale de surface inférieure à 225 °C et inférieure à 320 °C quand il est éprouvé avec une couche de poussière de 500 mm.

ABC company
Type RST
Serial No. 987654
Ex t IIIC T225 °C T₅₀₀ 320 °C Db alternative Ex tb IIIC T225 °C T₅₀₀ 320 °C
IP65
N.A. 02.1111
.....
.....

Matériel électrique avec mode de protection « t » (EPL Db) pour atmosphère de poussières explosives contenant des poussières conductrices du Groupe IIIC et avec une température maximale de surface inférieure à 175 °C et une gamme de températures ambiantes étendue de -40 °C à +120 °C.

ABC company
Type RST
Serial No. 987654
Ex t IIIC T120 °C Db alternative Ex tb IIIC T175 °C
IP65
-40°C ≤ T_{amb} ≤ 120 °C
N.A. 02.1111
.....
.....

Matériel électrique avec mode de protection « ma » (EPL Ga) pour atmosphère explosive gazeuse du Groupe IIC avec une température maximale de surface inférieure à 135 °C et

avec mode de protection par encapsulage "ma" (EPL Da) pour atmosphère de poussières explosives contenant des poussières conductrices du Groupe IIIC et avec une température maximale de surface inférieure à 120 °C. Un certificat unique a été préparé.

ABC company

Type RST

Serial No. 123456

Ex ma IIC T4 Ga

alternative Ex ma IIC T4

Ex ma IIIC T120 °C Da

alternative Ex ma IIIC T120 °C

IP67

N.A. 01.9999

.....

.....

Matériel électrique avec mode de protection « ma » (EPL Ga) pour atmosphère explosive gazeuse du Groupe IIC avec une température maximale de surface inférieure à 135 °C et avec mode de protection par encapsulage "ma" (EPL Da) pour atmosphère de poussières explosives contenant des poussières conductrices du Groupe IIIC et avec une température maximale de surface inférieure à 120 °C. Deux certificats indépendants ont été préparés.

ABC company

Type RST

Serial No. 123456

Ex ma IIC T4 Ga

alternative Ex ma IIC T4

N.A. 01.1111

Ex ma IIIC T120 °C Da

alternative Ex ma IIIC T120 °C

IP54

N.B. 01.9999

.....

.....

30 Instructions

30.1 Généralités

La documentation préparée conformément à l'Article 24 doit comporter des instructions, comprenant au moins les particularités suivantes:

- une récapitulation des informations avec lesquelles le matériel électrique est marqué, sauf pour le numéro de série (voir Article 29), ainsi que toutes les informations complémentaires appropriées pour faciliter l'entretien (par exemple l'adresse de l'importateur, du réparateur, etc.);
- des instructions de sécurité concernant,
 - la mise en service;
 - l'utilisation;
 - l'assemblage et le désassemblage;
 - la maintenance, la révision et la remise en état;
 - l'installation;
 - l'ajustement;
- si nécessaire, des instructions de formation;
- des détails permettant de prendre une décision concernant l'utilisation ou non de l'appareil sûr dans la zone prévue dans les conditions de fonctionnement attendues;
- les paramètres électriques et de pression, les températures maximales de surface et autres valeurs limites;
- le cas échéant, les conditions spécifiques d'utilisation conformément à 29.2 e) ;

.....

- le cas échéant, les conditions particulières d'utilisation, incluant les particularités de mauvaise utilisation possible, qui peuvent se produire, comme l'a montré l'expérience;
- si nécessaire, les caractéristiques essentielles des outils qui peuvent convenir avec le matériel;
- une liste des normes, incluant la date d'édition, avec laquelle le matériel est déclaré être conforme. Le certificat peut être utilisé afin d'être conforme à cette exigence.

30.2 Eléments et batteries

Conformément à 23.11, lorsqu'il est nécessaire pour l'utilisateur de remplacer les éléments ou batteries contenus dans une enveloppe, les paramètres appropriés pour permettre un remplacement correct doivent être inclus dans les instructions, y compris soit la raison sociale et la référence du constructeur, soit le système électrochimique, la tension nominale et la capacité assignée.

Annexe A (normative)

Exigences complémentaires pour les entrées de câbles Ex

A.1 Généralités

La présente annexe spécifie les exigences complémentaires de construction, d'essais et de marquage des entrées de câbles Ex et elle peut être complétée ou modifiée par les normes citées à l'Article 1.

NOTE Le diamètre minimal du câble pour lequel l'entrée de câble convient est spécifié par le constructeur. Il est recommandé que l'utilisateur s'assure que les dimensions minimales du câble sélectionné sont au moins égales ou supérieures à ces valeurs spécifiées, compte tenu des tolérances.

A.2 Règles de construction

A.2.1 Étanchéité du câble

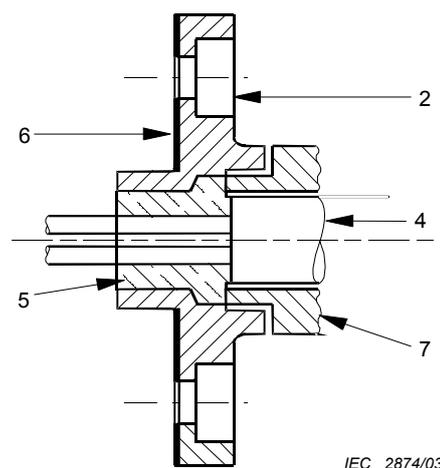
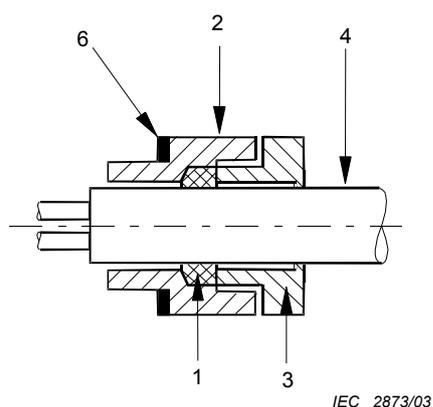
L'étanchéité entre le câble et le corps de l'entrée doit être assurée par un des moyens suivants (voir la Figure A.1):

- une bague d'étanchéité en élastomère;
- une bague d'étanchéité métallique ou composite;
- une masse de remplissage.

L'étanchéité peut être assurée par un seul matériau ou par une combinaison de matériaux et doit être adaptée à la forme du câble considéré.

NOTE 1 Lors du choix des matériaux des bagues d'étanchéité métalliques ou composites, une attention particulière est à porter à la Note 3 de 6.1.

NOTE 2 Le mode de protection de l'enveloppe peut aussi dépendre de la construction interne du câble.



Composants

- | | |
|----------------------|--|
| 1 bague d'étanchéité | 4 câble |
| 2 corps de l'entrée | 5 composés de remplissage |
| 3 presse-étoupe | 6 garniture d'étanchéité (si nécessaire) |
| | 7 masse de remplissage retenant le presse-étoupe |

Figure A.1 – Illustration des termes utilisés pour les entrées de câble

A.2.2 Composés de remplissage

Les matériaux utilisés comme masse de remplissage doivent être conformes aux exigences de l'Article 12 relatives aux matériaux utilisés pour les scellements.

A.2.3 Amarrage

A.2.3.1 Généralités

Les entrées de câbles doivent réaliser l'amarrage du câble afin d'empêcher qu'une traction ou une torsion exercée sur lui ne se transmette aux connexions. Un tel amarrage peut être fourni par un dispositif d'amarrage, la bague d'étanchéité ou les composés de remplissage. Peu importe l'amarrage utilisé, il doit satisfaire aux essais de types appropriés de l'Article A.3.

A.2.3.2 Entrées de câbles pour le Groupe II ou le Groupe III

Les entrées de câble du Groupe II ou du Groupe III, sans dispositif d'amarrage, doivent aussi être acceptées comme étant conformes à la présente annexe si elles satisfont aux épreuves d'amarrage avec des valeurs réduites à 25 % de celles prescrites à l'Article A.3. Les documents descriptifs doivent alors préciser que de telles entrées de câble peuvent ne pas apporter un amarrage suffisant et que l'utilisateur doit assurer un amarrage supplémentaire du câble pour assurer que la traction ou la torsion n'est pas transmise aux terminaisons. De telles entrées de câbles doivent être marquées avec le symbole « X » pour indiquer cette condition particulière d'utilisation conformément à e) de 29.2.

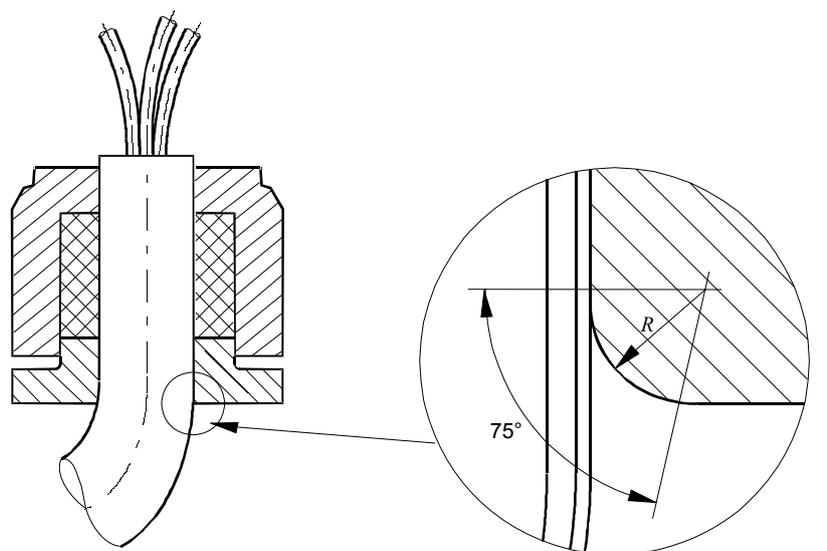
A.2.4 Passage de câble

A.2.4.1 Arêtes vives

Les entrées de câble doivent être sans arête coupante susceptible d'endommager le câble.

A.2.4.2 Point d'entrée

Dans le cas de câbles flexibles, le point d'entrée doit comporter un arrondi à un angle d'au moins 75° , dont le rayon R est au moins égal au quart du diamètre du câble maximal admissible dans l'entrée mais sans dépasser 3 mm (voir Figure A.2).



IEC 2875/03

Figure A.2 – Arrondi du point d'entrée d'un câble flexible

A.2.5 Déblochage avec un outil

Les entrées de câble doivent être conçues de telle sorte qu'après installation elles ne peuvent être débloquées ou démontées qu'à l'aide d'un outil.

A.2.6 Fixation

Les moyens de fixation des entrées de câble sur les enveloppes du matériel électrique doivent être capables de retenir l'entrée de câble lorsque celle-ci est soumise aux essais mécaniques d'amarrage et de tenue aux chocs de l'Article A.3.

A.2.7 Degré de protection

Quand elles sont installées en accord avec les instructions requises à l'Article 30, les entrées de câbles doivent pouvoir procurer, avec l'enveloppe sur laquelle elles sont fixées, le même degré de protection que celui exigé pour l'enveloppe.

Les entrées de câble marquées pour un degré de protection (IP) doivent être soumises aux essais conformément à A.3.4.

A.3 Essais de type

A.3.1 Essais d'amarrage des câbles sans armure et des câbles sous tresse

A.3.1.1 Entrées de câble avec amarrage par la bague d'étanchéité

Les essais d'amarrage des câbles doivent être effectués en utilisant pour chaque type et taille d'entrée de câble deux bagues d'étanchéité, une du plus petit calibre admissible et l'autre du plus grand calibre admissible.

Pour les bagues d'étanchéité en élastomère pour câbles cylindriques, chaque bague doit être montée sur un mandrin cylindrique, propre, sec, poli en acier ou en acier inoxydable, d'une dureté de surface maximale de $1,6 \mu\text{m } Ra$, de diamètre égal au plus petit diamètre de câble admissible dans la bague et spécifié par le constructeur de l'entrée de câble.

Pour les câbles qui ne sont pas de section circulaire, la bague pour chaque type/taille/forme de câble doit être montée sur un échantillon de câble propre et sec de dimension égale au calibre spécifié par le constructeur de l'entrée de câble. De telles entrées de câbles doivent être marquées avec le symbole « X » pour indiquer cette condition particulière d'utilisation conformément à e) de 29.2.

Pour les câbles avec gaine métallique, la bague pour chaque type de câble doit être montée sur un échantillon de câble propre et sec construit avec le matériau de la gaine et avec des dimensions égales à la taille spécifiée par le fabricant de l'entrée de câbles. De telles entrées de câbles doivent être marquées avec le symbole « X » pour indiquer cette condition particulière d'utilisation conformément à e) de 29.2.

Pour les bagues d'étanchéité métalliques, chaque bague doit être montée sur un mandrin cylindrique, propre, sec, en métal poli, d'une dureté de surface maximale de $1,6 \mu\text{m } Ra$, de diamètre égal au plus petit diamètre de câble admissible dans la bague et spécifié par le constructeur de l'entrée de câble.

La bague d'étanchéité avec le mandrin ou avec le câble comme approprié, doit être introduite dans l'entrée de câble. Un couple doit alors être appliqué sur les vis (dans le cas d'un presse-étoupe à bride et à vis) ou sur l'écrou (dans le cas d'un presse-étoupe vissé) pour compresser la bague d'étanchéité et empêcher le glissement du mandrin ou du câble.

L'entrée de câbles complète et l'assemblage du mandrin doivent alors être soumis le cas échéant aux essais d'endurance thermique. La température maximale de service doit être considérée comme étant 75 °C, sauf spécification différente du constructeur.

NOTE 1 La température de service de 75 °C est la température du point milieu du branchement et du point d'entrée.

NOTE 2 Les entrées de câbles utilisant uniquement des anneaux d'étanchéité métalliques et des pièces métalliques ne nécessitent pas d'essai d'endurance thermique.

La bague d'étanchéité doit empêcher le glissement du mandrin ou du câble quand la force appliquée sur le câble ou le mandrin est égale, en newtons, à

- 20 fois la valeur en millimètres du diamètre du mandrin ou du câble lorsque l'entrée de câble est conçue pour câbles cylindriques, ou
- 6 fois la valeur en millimètres du périmètre du câble lorsque l'entrée de câble est conçue pour câbles non cylindriques.

Quand la direction de la traction n'est pas horizontale, le moyen d'application de la force doit être ajusté pour compenser le poids du mandrin et des pièces associées.

Concernant les entrées de câbles prévues pour une utilisation avec des câbles torsadés, cet essai d'amarrage est destiné à démontrer l'efficacité de l'entrée de câble dans l'amarrage du câble, et non la résistance de la tresse. Lorsque l'essai est réalisé avec un câble torsadé, la tresse ne doit pas être attachée.

Les conditions d'essai et les critères d'acceptation sont donnés en A.3.1.4.

NOTE 3 Les valeurs de couples mentionnées ci-dessus peuvent être déterminées expérimentalement avant les essais ou bien être indiquées par le constructeur de l'entrée du câble.

A.3.1.2 Entrées de câbles avec amarrage par les composés de remplissage

Les essais d'amarrage doivent être effectués en utilisant deux échantillons de câble propre et sec ou le cas échéant, des mandrins en métal, l'un du plus petit calibre admissible, l'autre du plus grand calibre admissible.

L'espace disponible doit être rempli avec les composés de remplissage, qui a été préparée et durcie conformément aux instructions du constructeur de l'entrée de câble, avant d'être soumise aux essais.

L'entrée de câbles complète et l'assemblage du mandrin doivent alors être soumis le cas échéant aux essais d'endurance thermique. La température maximale de service doit être considérée comme étant 75 °C, sauf spécification différente du constructeur.

NOTE La température de service de 75 °C est la température du point milieu du branchement et du point d'entrée.

La masse de remplissage doit empêcher le glissement du câble lorsque la force appliquée, en newtons, est égale à

- 20 fois la valeur en millimètres du diamètre de l'échantillon de câble lorsque l'entrée de câble est conçue pour câbles cylindriques, ou
- 6 fois la valeur en millimètres du périmètre de l'échantillon de câble lorsque l'entrée de câble est conçue pour câbles non cylindriques.

Concernant les entrées de câbles prévues pour une utilisation avec des câbles torsadés, cet essai d'amarrage est destiné à démontrer l'efficacité de l'entrée de câble dans l'amarrage du câble, et non la résistance de la tresse. Lorsque la conception de l'entrée de câble est telle que la tresse est destinée à être entourée par un composant, le contact entre le composant et la tresse doit être minimisé pour cet essai.

Les conditions d'essai et les critères d'acceptation sont donnés en A.3.1.4.

A.3.1.3 Entrées de câbles avec amarrage par un dispositif d'amarrage

Les essais d'amarrage doivent être effectués en utilisant pour chaque type d'entrée de câble un dispositif d'amarrage de chacun des calibres admissibles.

Chaque dispositif doit être monté sur un échantillon de câble propre et sec, de diamètre égal au diamètre admissible dans le dispositif et spécifié par le constructeur de l'entrée de câble.

Le dispositif d'amarrage avec la bague d'étanchéité et le calibre le plus grand de câble admissible dans cette bague et spécifié par le constructeur de l'entrée de câble, doivent être introduits dans l'entrée de câble. L'entrée doit être assemblée avec compression de la bague d'étanchéité et serrage du dispositif d'amarrage. L'essai doit alors être effectué en accord avec A.3.1.1, puis répété avec le calibre de câble le plus petit permis pour cet amarrage spécifié par le constructeur de l'entrée de câble.

Concernant les entrées de câbles prévues pour une utilisation avec des câbles torsadés, cet essai d'amarrage est destiné à démontrer l'efficacité de l'entrée de câble dans l'amarrage du câble, et non la résistance de la tresse. Lorsque l'essai est réalisé avec un câble torsadé, la tresse ne doit pas être attachée.

A.3.1.4 Essais de traction

L'échantillon, préparé selon A.3.1.1 à A.3.1.3, comme approprié, doit être monté sur une machine de traction et une force de traction constante égale à celle définie en A.3.1.1 ou A.3.1.2, comme approprié, doit être appliquée pendant au moins 6 h. L'essai doit être effectué à une température ambiante de (20 ± 5) °C.

L'amarrage assuré par la bague d'étanchéité, les composés de remplissage ou le dispositif d'amarrage est acceptable si le glissement du mandrin ou de l'échantillon de câble n'est pas supérieur à 6 mm.

A.3.1.5 Résistance mécanique

Après l'essai de traction, l'entrée de câble doit être retirée de la machine de traction et être soumise aux essais et examens de a) à c) comme approprié.

- a) Dans le cas d'entrées de câble avec amarrage par la bague d'étanchéité ou par un dispositif d'amarrage, l'entrée de câble doit être soumise à un essai de résistance mécanique consistant à appliquer sur les vis ou sur les écrous (suivant le cas) un couple égal à 1,5 fois la valeur nécessaire pour empêcher le glissement. L'entrée de câble doit alors être démontée et ses différents éléments examinés. La résistance mécanique de l'entrée de câble est acceptable si on ne constate pas de déformation affectant le mode de protection. Toute déformation des bagues d'étanchéité doit être ignorée.
- b) Dans le cas d'entrées de câbles en matériau non métallique, le couple d'essai prescrit peut ne pas être obtenu en raison de déformations temporaires du filetage. Si aucune détérioration sensible n'est observée, l'entrée de câble doit être considérée comme ayant subi l'essai avec succès si l'essai de traction de A.3.1.4 peut encore être réalisé sans réglage.
- c) Dans le cas d'entrées de câble avec amarrage par les composés de remplissage, l'entrée de câbles doit être démontée dans la mesure du possible sans endommager les composés de remplissage. Au cours de l'examen, il ne doit pas y avoir de dommage physique ou visible des composés de remplissage, qui affecterait le mode de protection fourni.

A.3.2 Essais d'amarrage des câbles avec armure

A.3.2.1 Essais d'amarrage lorsque l'armure est amarrée par un dispositif à l'intérieur de l'entrée

Les essais doivent être effectués en utilisant un échantillon de câble avec armure du plus petit calibre spécifié pour chaque type et calibre d'entrée de câble. L'échantillon de câble avec armure doit être fixé dans le dispositif d'amarrage de l'entrée de câble. Un couple doit alors être appliqué sur les vis (dans le cas d'un dispositif d'amarrage à bride) ou sur l'écrou (dans le cas d'un dispositif d'amarrage vissé) de manière à serrer le dispositif d'amarrage et empêcher le glissement de l'armure.

L'entrée de câbles complète et le câble armé doivent alors être soumis le cas échéant aux essais d'endurance thermique. La température maximale de service doit être considérée comme étant 75 °C, sauf spécification différente du constructeur.

NOTE 1 La température de service de 75 °C est la température du point milieu du branchement et du point d'entrée.

NOTE 2 Les entrées de câbles utilisant uniquement des anneaux d'étanchéité métalliques et des pièces métalliques ne nécessitent pas d'essai d'endurance thermique. Il convient que le dispositif d'amarrage prévienne le glissement de l'armure quand la force appliquée, en newtons, est égale à:

- 80 fois la valeur en millimètres du diamètre sur armure du câble pour le matériel du Groupe I, ou
- 20 fois la valeur en millimètres du diamètre sur armure du câble pour le Groupe II ou pour le matériel du Groupe III.

NOTE 3 Les valeurs de couples mentionnées ci-dessus peuvent être déterminées expérimentalement avant les essais, ou bien être indiquées par le constructeur de l'entrée de câble.

A.3.2.1.1 Essais de traction

L'échantillon préparé doit être soumis à une force de traction constante égale à celle définie en A.3.2.1 doit être appliquée pendant (120 ± 10) s. L'épreuve doit être effectuée à une température ambiante de (20 ± 5) °C.

L'amarrage réalisé par le dispositif d'amarrage est acceptable si le glissement de l'armure est effectivement négligeable.

A.3.2.1.2 Résistance mécanique

Lorsqu'il y a des vis ou des écrous, ils doivent être serrés à 1,5 fois les valeurs données en A.3.2.1.1, puis l'entrée de câble est démontée. La résistance mécanique est acceptable si on ne constate pas de déformation affectant le mode de protection.

A.3.2.2 Essais d'amarrage lorsque l'armure n'est pas amarrée par un dispositif à l'intérieur de l'entrée

L'entrée de câble doit être considérée comme si elle était sans armure, conformément à A.3.1.

A.3.3 Essai de type de tenue aux chocs

Pour l'essai de 26.4.2, l'entrée de câble doit être soumise à l'essai avec le plus petit câble spécifié.

Pour cet essai, l'entrée de câble doit être fixée sur une plaque d'acier montée rigidement ou attachée comme indiqué par le constructeur de l'entrée de câble. Le couple appliqué pour fixer une entrée de câble vissée doit être conforme à A.3.2.1.

A.3.4 Essai du degré de protection (IP) des entrées de câble

L'essai doit être effectué conformément à la CEI 60529 comme ci-dessous, en utilisant une bague d'étanchéité de câble de chacun des différents calibres prévus pour chaque type d'entrée de câble.

Groupe I – IP54 minimum

Groupe II – IP54 minimum

Groupe III, EPL Da – IP6X minimum

Groupe III, EPL Db – IP6X minimum

Groupe IIIC, EPL Dc – IP6X minimum

Groupe IIIA ou IIIB, EPL Dc – IP5X minimum

Pour les essais d'étanchéité, chaque bague d'étanchéité doit être montée sur un échantillon de câble propre et sec ou un mandrin en métal propre, sec et poli, ayant une dureté de surface maximale de 1,6 μm *Ra*, ayant un diamètre égal au plus petit diamètre admissible dans la bague et spécifié par le constructeur de l'entrée de câble. Pour cet essai, l'entrée de câble avec le câble ou le mandrin doit être fixée à une enveloppe assurant que l'étanchéité à l'interface avec l'entrée de câble ne compromet pas le résultat de l'essai.

A.4 Marquage

A.4.1 Marquage des entrées de câble

Les entrées de câble doivent être marquées conformément à 29.2, y compris le mode de protection « e » et, si c'est une entrée vissée, comporter le type et le pas du filetage.

NOTE 1 Les exigences complémentaires pour les entrées de câble de mode de protection « d » sont données dans la CEI 60079-1.

NOTE 2 Les exigences complémentaires pour les entrées de câble de mode de protection « t » sont données dans la CEI 60079-31.

Lorsque la place pour le marquage est limitée, les exigences de marquage réduit indiquées en 29.9 peuvent être appliquées.

A.4.2 Marquage des bagues d'étanchéité des câbles

Les bagues d'étanchéité des entrées de câble qui admettent une variété de tailles de bagues doivent porter l'indication du diamètre minimal et du diamètre maximal, en millimètres, des câbles admissibles.

Lorsque la bague d'étanchéité est solidarifiée avec une rondelle métallique, le marquage peut être fait sur la rondelle.

Les bagues d'étanchéité des câbles doivent être identifiées permettant à l'utilisateur de déterminer si la bague est appropriée à l'entrée de câble.

Si l'entrée et la bague sont destinées à être utilisées à des températures en dehors de la gamme de $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ à $+80\text{ }^{\circ}\text{C}$, elles doivent être marquées avec la gamme de températures.

Annexe B
(normative)

Exigences pour les composants Ex

Les composants Ex doivent être conformes aux exigences des articles répertoriés au Tableau B.1.

Tableau B.1 – Articles auxquels les composants Ex doivent être conformes

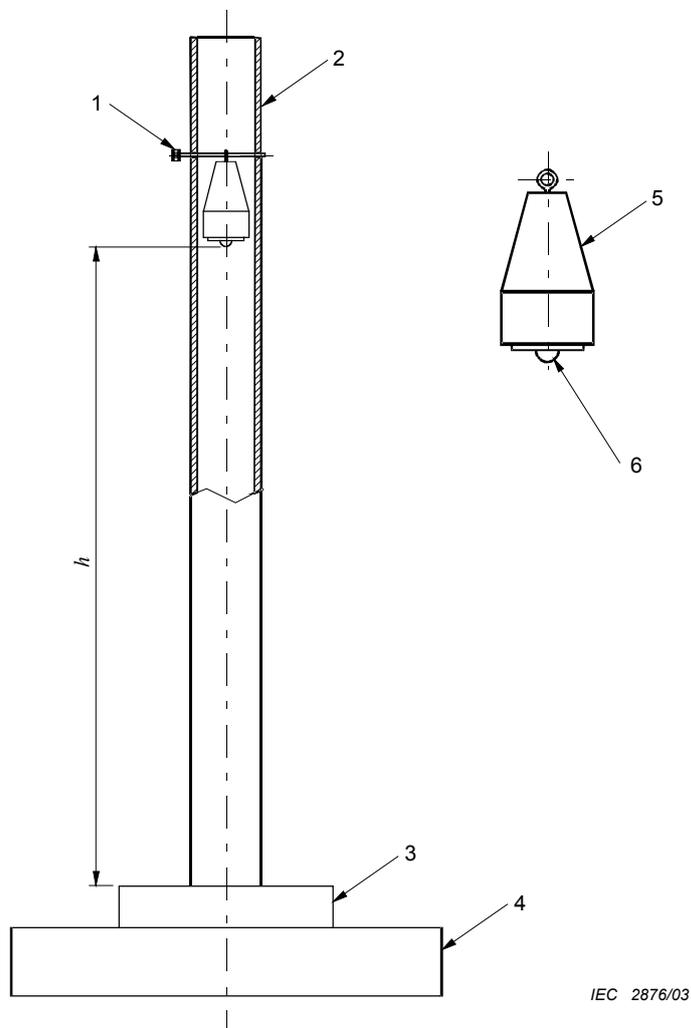
Article ou paragraphe	Applicable (oui ou non)	Remarques
1 à 4 (inclus)	Oui	
5	Non	Sauf que les limites de températures de fonctionnement doivent être spécifiées
6.1	Oui	
6.2	Non	
6.3	Non	
6.4	Non	
6.5	Oui	
6.6	Oui	
7.1	Oui	
7.1.4	Oui	Voir Note 1
7.3	Oui	Si extérieur (voir Note 1)
7.4	Oui	Si extérieur (voir Note 1)
7.5	Oui	Si extérieur (voir Note 1)
8	Oui	
9.1	Oui	
9.2	Oui	Mais uniquement si c'est une enveloppe de matériel
9.3	Oui	Mais uniquement si c'est une enveloppe de matériel
10	Oui	
11	Oui	
12	Oui	
13	Oui	
14	Oui	
15.1.1	Oui	Mais uniquement si c'est une enveloppe de matériel
15.1.2	Oui	Mais uniquement si c'est une enveloppe de matériel
15.2	Oui	
15.3	Oui	
15.4	Oui	
15.5	Oui	
16	Oui	Mais uniquement si c'est une enveloppe de matériel
17	Non	Sauf pour les enveloppes de machines
18	Oui	
19	Oui	
20	Oui	
21	Oui	
22.1	Oui	
22.2	Non	

Tableau B.1 (suite)

Article ou paragraphe	Applicable (oui ou non)	Remarques
23	Oui	
24	Oui	
25	Oui	
26.1	Oui	
26.2	Non	
26.3	Oui	
26.4	Oui	Mais uniquement si c'est une enveloppe de matériel
26.5	Oui	Mais uniquement si c'est une enveloppe de matériel
26.5.1	Non	
26.5.2	Oui	Quand la température maximale est spécifiée
26.5.3	Oui	Quand la relaxation « petit composant » est utilisée
26.6	Oui	
26.7	Oui	Quand la température maximale est spécifiée
26.8	Oui	
26.9	Oui	
26.10	Oui	Mais uniquement si c'est une enveloppe de matériel
26.11	Oui	Mais uniquement si c'est une enveloppe de matériel de groupe I
26.12	Oui	Mais uniquement si c'est une enveloppe de matériel
26.13	Oui	Mais uniquement si c'est une enveloppe de matériel
26.14	Oui	Mais uniquement si c'est une enveloppe de matériel
26.15	Oui	Mais uniquement si c'est une enveloppe de matériel
27	Oui	
28	Oui	
29.1	Oui	Marquage exigé sur le composant Ex
29.2	Non	
29.3	Oui	Voir Note 2
29.4	Oui	Voir Note 2
29.5	Oui	
29.6	Oui	
29.7	Oui	
29.8	Oui	
29.9	Oui	
29.10	Oui	
29.11	Non	
29.12	Oui	
29.13	Oui	
29.14	Non	
30	Oui	
NOTE 1 Il est nécessaire de considérer les circonstances dans lesquelles ces exigences s'appliquent au composant placé dans d'autres enveloppes.		
NOTE 2 La classe de température n'est pas appliquée aux composants Ex.		

Annexe C (informative)

Exemple de dispositif pour les essais de choc mécanique



Composants

- | | |
|--|--|
| 1 broche de positionnement | 5 masse de 1 kg en acier |
| 2 tube de guidage en matière plastique | 6 pièce de frappe de 25 mm de diamètre en acier trempé |
| 3 échantillon à l'essai | <i>h</i> hauteur de chute |
| 4 socle en acier (masse ≥ 20 kg) | |

Figure C.1 – Exemple de dispositif pour les essais de choc mécanique

Annexe D (informative)

Introduction à une méthode alternative d'évaluation des risques incluant les « niveaux de protection du matériel » pour les matériels Ex

Cette annexe donne une explication sur le concept de la méthode d'évaluation de risque incluant les niveaux de protection de matériel (EPLs pour equipment protection levels). Ces EPLs sont introduits pour permettre une approche alternative aux méthodes actuelles de sélection des matériels Ex.

D.1 Rappel historique

Historiquement, il a été reconnu que tous les modes de protection n'apportaient pas le même niveau d'assurance contre la possibilité d'apparition de conditions d'incendie. La norme d'installation CEI 60079-14 alloue des modes de protection à des zones spécifiques sur une base statistique qui est que plus probable ou plus fréquente est l'apparition d'une atmosphère explosive, plus élevé doit être le niveau de sécurité exigé contre la possibilité qu'une source d'inflammation devienne active.

Les zones dangereuses (à l'exception des mines de charbon) sont divisées en zones, en accord avec le degré de danger. Le degré de danger est défini selon la probabilité d'apparition d'atmosphères explosives. Généralement, il n'est pas tenu compte des conséquences potentielles d'une explosion, ni d'autres facteurs tels que la toxicité des matières. Une véritable évaluation de risque devrait considérer tous ces facteurs.

L'acceptation d'un matériel dans chaque zone est basée historiquement sur le mode de protection. Dans certains cas, le mode de protection du matériel peut être divisé en différents niveaux de protection qui une fois encore pour des raisons historiques, présentent une corrélation avec les zones. Par exemple, la sécurité intrinsèque est divisée en niveaux de protection ia et ib. L'encapsulation «m» comporte deux niveaux de protection «ma» et «mb».

Par le passé, la norme de sélection des matériels a apporté un lien fort entre le mode de protection pour un matériel et la zone dans laquelle le matériel peut être utilisé. Comme noté précédemment, nulle part dans le système CEI de protection contre l'explosion il n'est tenu compte des conséquences potentielles d'une explosion, si celle-ci avait lieu.

Cependant, les responsables de site prennent souvent des décisions par intuition pour étendre (ou restreindre) leurs zones afin de compenser cette omission. Un exemple typique est l'installation d'un matériel de navigation pour « zone de type 1 » dans une zone de type 2 d'une plateforme pétrolière off-shore de telle sorte que le matériel de navigation peut rester en fonctionnement même en présence d'un dégagement gazeux tout à fait imprévu. Dans un tout autre domaine, il est raisonnable que le propriétaire d'une petite station de pompage éloignée et bien sécurisée, utilise des moteurs pour «zone de type 2» même en zone 1, si le volume de gaz pouvant provoquer une explosion est faible et si le risque pour les personnes et les biens liés à cette explosion peuvent être négligés.

La situation est devenue plus complexe avec la première édition de la CEI 60079-26, qui apporte des exigences complémentaires pour son application au matériel destiné à une utilisation en zone 0. Avant cela, Ex ia était considérée être la seule technique acceptée en zone 0.

L'intérêt d'identifier et de marquer tous les produits avec leur risque d'inflammabilité inhérent est reconnu. Cela devrait faciliter la sélection du matériel et fournir une possibilité de meilleure application de l'approche de l'évaluation de risque.

D.2 Généralité

Une approche d'évaluation de risque pour l'acceptation d'un matériel Ex a été introduite comme une méthode alternative à l'approche actuelle prescriptive et peu flexible créant un lien entre le matériel et les zones. Pour faciliter tout cela, un système de niveaux de protection du matériel (EPL pour equipment protection levels) a été introduit pour clairement indiquer le risque d'inflammation inhérent au matériel, quel que soit le mode de protection utilisé.

Le système de désignation de ces niveaux de protection de matériel est le suivant.

D.2.1 Mines grisouteuses (Groupe I)

D.2.1.1 EPL Ma

Matériel pour installation dans une mine grisouteuse, ayant un «très haut» niveau de protection, qui possède une sécurité suffisante telle qu'il ne deviendra probablement pas une source d'inflammation dans des conditions normales de fonctionnement, des conditions de panne spécifiées ou des conditions de panne rares, même s'il est laissé sous tension en présence d'une émanation de gaz.

NOTE Typiquement, les circuits de communication et les équipements de détection de gaz seront construits pour tenir les exigences Ma; par exemple un circuit de téléphone Ex ia.

D.2.1.2 EPL Mb

Matériel pour installation dans une mine grisouteuse, ayant un «haut» niveau de protection, qui possède une sécurité suffisante telle qu'il ne deviendra probablement pas une source d'inflammation dans des conditions normales de fonctionnement, des conditions de panne spécifiées ou des conditions de panne rares, dans le laps de temps entre une déclaration de gaz et l'instant où il est hors tension.

NOTE Typiquement, tous les matériels de Groupe I seront construits pour tenir les exigences Mb; par exemple un moteur et un réducteur Ex d.

D.2.2 Gaz (Groupe II)

D.2.2.1 EPL Ga

Matériel pour atmosphère explosive gazeuse, ayant un «très haut» niveau de protection, qui n'est pas une source d'inflammation dans des conditions normales de fonctionnement, des conditions de panne spécifiées ou des conditions de panne rares.

D.2.2.2 EPL Gb

Matériel pour atmosphère explosive gazeuse, ayant un «haut niveau» de protection, qui n'est pas une source d'inflammation dans des conditions normales de fonctionnement ou des conditions de panne spécifiées.

NOTE La majorité des concepts de protections normalisées portent le matériel à ce niveau de protection de matériel.

D.2.2.3 EPL Gc

Matériel pour atmosphère explosive gazeuse, ayant un niveau de protection «renforcé», qui n'est pas une source d'inflammation dans des conditions normales de fonctionnement, et qui peut posséder certaines protections complémentaires pour assurer qu'il restera inactif comme source d'inflammation dans des cas fréquents et réguliers (par exemple défaillance d'une lampe).

NOTE Il s'agit typiquement du cas des matériels Ex n.

D.2.3 Poussières (Groupe III)

D.2.3.1 EPL Da

Matériel pour les atmosphères de poussière explosives, ayant un «très haut» niveau de protection et qui n'est pas une source d'inflammation dans des conditions normales de fonctionnement ou des conditions de panne spécifiées.

D.2.3.2 EPL Db

Matériel pour les atmosphères de poussière explosives, ayant un «haut» niveau de protection et qui n'est pas une source d'inflammation dans des conditions normales de fonctionnement ou des conditions de panne spécifiées.

D.2.3.3 EPL Dc

Matériel pour les atmosphères de poussière explosives, ayant un niveau «renforcé» de protection qui n'est pas une source d'inflammation en fonctionnement normal, et qui peut posséder certaines protections complémentaires pour assurer qu'il restera inactif comme source d'inflammation dans des cas fréquents et réguliers (par exemple défaillance d'une lampe).

Dans la majorité des situations, avec des conséquences potentielles typiques d'une explosion, il est prévu que ce qui suit devrait être appliqué pour l'utilisation de matériels dans les zones. (Ce n'est pas directement applicable aux mines grisouteuses, où les zones ne s'appliquent généralement pas.) Voir Tableau D.1.

**Tableau D.1 – Relation traditionnelle entre EPLs et zones
(sans évaluation de risque complémentaire)**

Niveau de protection de matériel	Zone
Ga	0
Gb	1
Gc	2
Da	20
Db	21
Dc	22

D.3 Protection adaptée contre le risque

Il faut que les différents niveaux de protection de matériel soient capables de fonctionner en conformité avec les paramètres de fonctionnement établis par le constructeur pour le niveau de protection considéré . Voir le Tableau D.2.

Tableau D.2 – Description de la protection contre le risque d’inflammabilité fournie

Protection adaptée	Niveau de protection de matériel	Performance de protection	Conditions de fonctionnement
	Groupe		
Très haute	Ma	Deux modes de protection ou de sécurité indépendants même dans le cas de deux pannes indépendantes l'une de l'autre	Le matériel reste fonctionnel en présence d'atmosphère explosive
	Groupe I		
Très haute	Ga	Deux modes de protection ou de sécurité indépendants même dans le cas de deux pannes indépendantes l'une de l'autre	Le matériel reste sous tension en zones 0, 1 et 2
	Groupe II		
Très haute	Da	Deux modes de protection ou de sécurité indépendants même dans le cas de deux pannes indépendantes l'une de l'autre	Le matériel reste sous tension en zones 20, 21 et 22
	Groupe III		
Haute	Mb	Adapté pour les conditions de fonctionnement normales et sévères	Le matériel est hors tension en présence d'atmosphère explosive
	Groupe I		
Haute	Gb	Adapté pour le fonctionnement normal et les perturbations fréquentes, ou au matériel dont des pannes sont normalement prises en compte	Le matériel reste sous tension en zones 1 et 2
	Groupe II		
Haute	Db	Adapté pour le fonctionnement normal et les perturbations fréquentes, ou au matériel dont des pannes sont normalement prises en compte	Le matériel reste sous tension en zones 21 et 22
	Groupe III		
Renforcée	Gc	Adapté au fonctionnement normal	Le matériel reste sous tension en zone 2
	Groupe II		
Renforcée	Dc	Adapté au fonctionnement normal	Le matériel reste sous tension en zone 22
	Groupe III		

D.4 Mise en oeuvre

La quatrième édition de la CEI 60079-14 (incluant les anciennes exigences de la CEI 61241-14) introduira les EPLs pour permettre un système d'«évaluation de risque» comme méthode alternative pour la sélection des matériels. Une référence sera aussi introduite dans les normes de classification CEI 60079-10 et CEI 61241-10.

Le marquage complémentaire et la corrélation avec les modes de protection existants est en cours d'introduction dans les révisions des normes CEI suivantes:

- CEI 60079-0 (incluant les anciennes exigences de la CEI 61241-0)
- CEI 60079-1
- CEI 60079-2 (incluant les anciennes exigences de la CEI 61241-4)
- CEI 60079-5

- CEI 60079-6
- CEI 60079-7
- CEI 60079-11 (incluant les anciennes exigences de la CEI 61241-11)
- CEI 60079-15
- CEI 60079-18 (incluant les anciennes exigences de la CEI 61241-18)
- CEI 60079-26
- CEI 60079-28

Pour les modes de protection des atmosphères explosives gazeuses, les EPLs exigent un marquage complémentaire. Pour les atmosphères de poussière explosives, le système actuel de marquage des zones sur le matériel est remplacé par le marquage des EPLs.

Annexe E **(informative)**

Moteurs fournis avec des convertisseurs

Normalement, ces moteurs et convertisseurs sont évalués comme un système. Quand des moteurs sont fournis avec un convertisseur pour permettre un fonctionnement à différentes vitesses et charges, il est nécessaire d'établir le comportement thermique avec le convertisseur particulier (et le filtre de sortie, le cas échéant) dans toute la gamme de vitesses et de couples spécifiée). Ceci nécessite d'être fait au moyen d'un ensemble d'essais et de calculs. Les méthodes spécifiques à utiliser sont décrites dans les normes particulières au mode de protection.

NOTE 1 Du fait des difficultés possibles dans la mise en oeuvre d'un essai avec l'assemblage exact moteur/convertisseur, des essais utilisant un convertisseur similaire peuvent être acceptables selon la comparaison des caractéristiques.

NOTE 2 Des facteurs supplémentaires peuvent aussi nécessiter une prise en compte, après accord entre le constructeur, l'utilisateur et l'installateur. Ceci comprend des dispositions prises par l'utilisateur de filtres de sortie supplémentaires ou d'inductances, et la longueur de câbles entre le convertisseur et le moteur, qui tous affectent la tension d'entrée du moteur et peuvent être une cause supplémentaire d'échauffement du moteur.

Pour certains modes de protection, il est généralement nécessaire d'utiliser un dispositif de protection. Ce dispositif doit être spécifié dans la documentation et son efficacité doit être prouvée par essai ou calcul.

NOTE 3 Les commutateurs à haute fréquence dans les convertisseurs peuvent conduire à de rapides montées en tension contraignantes dans les bobinages et les circuits de câblés et donc à des sources potentielles d'inflammation. Il est nécessaire de considérer les effets de ces contraintes en accord avec le mode de protection. Dans certaines circonstances, il est nécessaire d'ajouter un filtre de sortie supplémentaire après le convertisseur.

La documentation descriptive du moteur doit inclure les paramètres nécessaires et les conditions requises pour une utilisation avec un convertisseur.

NOTE 4 Les courants de paliers exigent des considérations particulières. Des solutions possibles comprennent l'utilisation de paliers isolants, soit seuls, ou en combinaison avec un filtre pour réduire la tension de mode commun et/ou le dv/dt . Plus d'informations sont données dans la CEI TS 60034-17 et la CEI 60034-25.

Bibliographie

CEI TS 60034-17, *Machines électriques tournantes – Partie 17: Moteurs à induction à cage alimentés par convertisseurs – Guide d'application*

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

CEI 60079-10, *Matériel électrique pour atmosphères explosives gazeuses – Partie 10: Classement des emplacements dangereux*

CEI 60079-12, *Matériel électrique pour atmosphères explosives gazeuses – Partie 12: Classement des mélanges de gaz ou de vapeurs et d'air suivant leur interstice expérimental maximal de sécurité et leur courant minimal d'inflammation*

CEI 60079-14, *Matériel électrique pour atmosphères explosives gazeuses – Partie 14: Installations électriques dans les emplacements dangereux (autres que les mines)*

CEI 60079-17, *Matériel électrique pour atmosphères explosives gazeuses – Partie 17: Recommandations pour l'inspection et l'entretien des installations électriques dans les emplacements dangereux (autres que les mines)*

CEI 60079-19, *Atmosphères explosives – Partie 19: Réparation, révision et remise en état du matériel*

CEI 60079-20, *Matériel électrique pour atmosphères explosives gazeuses – Partie 20: Données pour gaz et vapeurs inflammables, en relation avec l'utilisation des matériels électriques*

CEI 60079-27, *Matériel électrique pour atmosphères explosives gazeuses – Partie 27: Concept de réseau de terrain de sécurité intrinsèque (FISCO) et concept de réseau de terrain non incendiaire (FNICO)*

CEI 61241-2-1:1994, *Matériels électriques destinés à être utilisés en présence de poussières combustibles – Partie 2-1: Méthodes d'essai – Méthodes de détermination de la température minimale d'inflammation de la poussière*

CEI TR 61241-2-2, *Matériels électriques destinés à être utilisés en présence de poussières combustibles – Partie 2 : Méthodes d'essais – Section 2 :Méthode de détermination de la résistivité électrique des couches de poussières*

CEI 61241-14, *Matériels électriques pour utilisation en présence de poussières combustibles – Partie 14: Sélection et installation*

ISO/IEC DIS 17000, *Evaluation de la conformité – Vocabulaire et principes généraux*

ISO 4225: 1994, *Qualité de l'air – Aspects généraux – Vocabulaire*

CLC/TR50427, *Assessment of inadvertent ignition of flammable atmospheres by radio-frequency radiation – Guide*

www.iec.ch

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

3, rue de Varembé
P.O. 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