

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60079-7

Troisième édition
Third edition
2001-11

**Matériel électrique pour atmosphères
explosives gazeuses –**

**Partie 7:
Sécurité augmentée «e»**

**Electrical apparatus for explosive
gas atmospheres –**

**Part 7:
Increased safety "e"**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 60079-7:2001

Numérotation des publications

Depuis le 1er janvier 1997, les publications de la CEI sont numérotées à partir de 60000. Ainsi, la CEI 34-1 devient la CEI 60034-1.

Editions consolidées

Les versions consolidées de certaines publications de la CEI incorporant les amendements sont disponibles. Par exemple, les numéros d'édition 1.0, 1.1 et 1.2 indiquent respectivement la publication de base, la publication de base incorporant l'amendement 1, et la publication de base incorporant les amendements 1 et 2.

Informations supplémentaires sur les publications de la CEI

Le contenu technique des publications de la CEI est constamment revu par la CEI afin qu'il reflète l'état actuel de la technique. Des renseignements relatifs à cette publication, y compris sa validité, sont disponibles dans le Catalogue des publications de la CEI (voir ci-dessous) en plus des nouvelles éditions, amendements et corrigenda. Des informations sur les sujets à l'étude et l'avancement des travaux entrepris par le comité d'études qui a élaboré cette publication, ainsi que la liste des publications parues, sont également disponibles par l'intermédiaire de:

- Site web de la CEI (www.iec.ch)
- Catalogue des publications de la CEI

Le catalogue en ligne sur le site web de la CEI (www.iec.ch/searchpub) vous permet de faire des recherches en utilisant de nombreux critères, comprenant des recherches textuelles, par comité d'études ou date de publication. Des informations en ligne sont également disponibles sur les nouvelles publications, les publications remplacées ou retirées, ainsi que sur les corrigenda.

- IEC Just Published

Ce résumé des dernières publications parues (www.iec.ch/online_news/justpub) est aussi disponible par courrier électronique. Veuillez prendre contact avec le Service client (voir ci-dessous) pour plus d'informations.

- Service clients

Si vous avez des questions au sujet de cette publication ou avez besoin de renseignements supplémentaires, prenez contact avec le Service clients:

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

Publication numbering

As from 1 January 1997 all IEC publications are issued with a designation in the 60000 series. For example, IEC 34-1 is now referred to as IEC 60034-1.

Consolidated editions

The IEC is now publishing consolidated versions of its publications. For example, edition numbers 1.0, 1.1 and 1.2 refer, respectively, to the base publication, the base publication incorporating amendment 1 and the base publication incorporating amendments 1 and 2.

Further information on IEC publications

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC, thus ensuring that the content reflects current technology. Information relating to this publication, including its validity, is available in the IEC Catalogue of publications (see below) in addition to new editions, amendments and corrigenda. Information on the subjects under consideration and work in progress undertaken by the technical committee which has prepared this publication, as well as the list of publications issued, is also available from the following:

- IEC Web Site (www.iec.ch)
- Catalogue of IEC publications

The on-line catalogue on the IEC web site (www.iec.ch/searchpub) enables you to search by a variety of criteria including text searches, technical committees and date of publication. On-line information is also available on recently issued publications, withdrawn and replaced publications, as well as corrigenda.

- IEC Just Published

This summary of recently issued publications (www.iec.ch/online_news/justpub) is also available by email. Please contact the Customer Service Centre (see below) for further information.

- Customer Service Centre

If you have any questions regarding this publication or need further assistance, please contact the Customer Service Centre:

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

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60079-7

Troisième édition
Third edition
2001-11

**Matériel électrique pour atmosphères
explosives gazeuses –**

**Partie 7:
Sécurité augmentée «e»**

**Electrical apparatus for explosive
gas atmospheres –**

**Part 7:
Increased safety "e"**

© IEC 2001 Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'éditeur.

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 the publisher.

International Electrotechnical Commission
Telefax: +41 22 919 0300

3, rue de Varembe Geneva, Switzerland
e-mail: inmail@iec.ch IEC web site <http://www.iec.ch>



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE **XB**

Pour prix, voir catalogue en vigueur
For price, see current catalogue

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	6
1 Domaine d'application	10
2 Références normatives	10
3 Définitions	14
4 Prescriptions de construction pour tous les matériels électriques	26
4.1 Généralités	26
4.2 Eléments de raccordement aux circuits extérieurs	26
4.3 Connexions internes	28
4.4 Distances d'isolement	28
4.5 Lignes de fuite	38
4.6 Matériaux isolants électriques solides	40
4.7 Enroulements	40
4.8 Limites de température	42
4.9 Câblage interne au matériel	44
4.10 Degrés de protection procurés par les enveloppes	44
4.11 Fermetures	46
5 Prescriptions complémentaires pour des matériels électriques spécifiques	46
5.1 Généralités	46
5.2 Machines électriques tournantes	46
5.3 Luminaires raccordés à un réseau	58
5.4 Lampes portables à source d'alimentation autonome pour applications du groupe II	66
5.5 Appareils de mesure et transformateurs de mesure	66
5.6 Transformateurs autres que les transformateurs de mesure	68
5.7 Batteries	68
5.8 Coffrets de raccordement et de jonction d'usage général	84
5.9 Eléments de chauffage par résistance (autre qu'un chauffage par traçage)	84
5.10 Autres matériels électriques	88
6 Vérifications de type et essais de type	88
6.1 Rigidité diélectrique	88
6.2 Machines électriques tournantes	90
6.3 Luminaires raccordés à un réseau	92
6.4 Appareils de mesure et transformateurs de mesure	96
6.5 Transformateurs autres que les transformateurs de mesure	98
6.6 Accumulateurs	98
6.7 Coffrets de raccordement et de jonction d'usage général	104
6.8 Eléments de chauffage par résistance et unités de chauffage par résistance	104
6.9 Essais des matériaux isolants des bornes	106
7 Vérifications et essais de série	108
8 Marquage et instructions	110
8.1 Marquage général	110
8.2 Instructions d'utilisation	110
8.3 Instructions d'installation	112

CONTENTS

FOREWORD.....	7
1 Scope.....	11
2 Normative references	11
3 Definitions	15
4 Constructional requirements for all electrical apparatus.....	27
4.1 General.....	27
4.2 Terminals for external connections	27
4.3 Internal connections	29
4.4 Clearances	29
4.5 Creepage distances.....	39
4.6 Solid electrical insulating materials.....	41
4.7 Windings	41
4.8 Temperature limitations	43
4.9 Wiring internal to apparatus.....	45
4.10 Degrees of protection provided by enclosures	45
4.11 Fasteners	47
5 Supplementary requirements for specific electrical apparatus.....	47
5.1 General.....	47
5.2 Rotating electrical machines.....	47
5.3 Luminaires designed for mains supply	59
5.4 Portable lights with their own source of supply for group II applications.....	67
5.5 Measuring instruments and instrument transformers.....	67
5.6 Transformers other than instrument transformers	69
5.7 Batteries.....	69
5.8 General purpose connection and junction boxes.....	85
5.9 Resistance heaters (other than trace heating)	85
5.10 Other electrical apparatus	89
6 Type verifications and type tests	89
6.1 Dielectric strength	89
6.2 Rotating electrical machines.....	91
6.3 Luminaires designed for mains supply	93
6.4 Measuring instruments and instrument transformers.....	97
6.5 Transformers other than instrument transformers	99
6.6 Secondary batteries	99
6.7 General purpose connection and junction boxes.....	105
6.8 Resistance heating devices and resistance heating units	105
6.9 Terminal insulating material tests	107
7 Routine verifications and routine tests	109
8 Marking and instructions.....	111
8.1 General marking.....	111
8.2 Instructions for use.....	111
8.3 Installation instructions.....	113

Annexe A (normative) Moteurs à cage – Méthodes d'essais et de calculs	114
Annexe B (normative) Essais de type pour des constructions particulières d'éléments de chauffage par résistance ou d'unités de chauffage par résistance	118
Annexe C (informative) Moteurs à cage – Protection thermique en service	122
Annexe D (informative) Eléments et unités de chauffage par résistance – Protection électrique additionnelle	124
Annexe E (informative) Combinaisons de bornes et de conducteurs pour les boîtiers de raccordement et de jonction à usage général	126
Annexe F (informative) Les dimensions des conducteurs en cuivre	128
 Bibliographie.....	 130
 Figure 1 – Parties d'un élément	 18
Figure 2 – Détermination des lignes de fuite et distances d'isolement.....	38
Figure 3 – Valeurs minimales de la durée t_E des moteurs en fonction du rapport du courant de démarrage I_A/I_N	52
Figure 4 – Disposition pour l'essai aux vibrations du luminaire.....	96
Figure A.1 – Diagramme illustrant la détermination de la durée t_E	116
 Tableau 1 – Lignes de fuite et distance d'isolement.....	 30
Tableau 2 – Résistance au cheminement des matériaux isolants	38
Tableau 3 – Températures limites pour enroulements isolés	44
Tableau 4 – Evaluation des risques potentiels d'étincelles de l'entrefer pour les facteurs de risque à l'allumage des rotors à cage	50
Tableau 5 – Evaluation des risques potentiels de décharge des enroulements de stator – Facteurs de risque d'allumage	58
Tableau 6 – Distance minimale entre la lampe et le verre protecteur.....	60
Tableau 7 – Lignes de fuite et distances d'isolement pour culots de lampe à vis.....	60
Tableau 8 – Résistance aux effets des courants de court-circuit	66
Tableau 9 – Eléments primaires.....	80
Tableau 10 – Accumulateurs (éléments secondaires)	80
Tableau 11 – Couple de serrage et couple minimal de retrait	94
Tableau 12 – Valeur pour les essais de décrochage	108
Tableau F.1 – Sections normalisées des conducteurs en cuivre.....	128

Annex A (normative) Cage motors – Methods of test and of calculation	115
Annex B (normative) Type tests for specific forms of resistance heating devices or resistance heating units	119
Annex C (informative) Cage motors – Thermal protection in service.....	123
Annex D (informative) Resistance heating devices and units – Additional electrical protection	125
Annex E (informative) Combinations of terminals and conductors for general purpose connection and junction boxes.....	127
Annex F (informative) Dimensions of copper conductors	129
 Bibliography.....	 131
 Figure 1 – Parts of a cell.....	 19
Figure 2 – Determination of creepage distances and clearances.....	39
Figure 3 – Minimum values of the time t_E of motors in relation to the starting current ratio I_A/I_N	53
Figure 4 – Arrangement for the luminaire vibration test.....	97
Figure A.1 – Diagram illustrating the determination of time t_E	117
 Table 1 – Creepage distances and clearances.....	 31
Table 2 – Tracking resistance of insulating materials.....	39
Table 3 – Limiting temperatures for insulated windings.....	45
Table 4 – Potential air gap sparking risk assessment for cage rotor ignition risk factors.....	51
Table 5 – Potential stator winding discharge risk assessment – Ignition risk factors.....	59
Table 6 – Minimum distance between lamp and protective cover	61
Table 7 – Creepage distances and clearances for screw lamp caps.....	61
Table 8 – Resistance to the effect of short-circuit currents.....	67
Table 9 – Primary cells.....	81
Table 10 – Secondary cells.....	81
Table 11 – Insertion torque and minimum removal torque	95
Table 12 – Value for pullout tests.....	109
Table F.1 – Standard cross-sections of copper conductors	129

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

MATÉRIEL ÉLECTRIQUE POUR ATMOSPHÈRES EXPLOSIVES GAZEUSES –

Partie 7: Sécurité augmentée «e»

AVANT-PROPOS

- 1) La CEI (Commission Electrotechnique Internationale) est une organisation internationale de normalisation composée de tous les 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 le domaine de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, la CEI, entre autres activités, publie des Normes internationales. 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 qui assurent la liaison avec la CEI participent également à cette préparation. 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 intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les documents produits se présentent sous la forme de recommandations internationales. Ils sont publiés comme normes, spécifications techniques, rapports techniques ou guides et agréés comme tels par les Comités nationaux.
- 4) Dans le but d'encourager l'unification internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent à appliquer de façon transparente, dans toute la mesure du possible, les Normes internationales de la CEI dans leurs normes nationales et régionales. Toute divergence entre la norme de la CEI et la norme nationale ou régionale correspondante doit être indiquée en termes clairs dans cette dernière.
- 5) La CEI n'a fixé aucune procédure concernant le marquage comme indication d'approbation, et sa responsabilité n'est pas engagée quand un matériel est déclaré conforme à l'une de ces normes.
- 6) L'attention est attirée sur le fait que certains éléments de la présente norme internationale peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale CEI 60079-7 a été établie par le comité d'études 31 de la CEI: Matériel électrique pour atmosphères explosives.

Cette troisième édition annule et remplace la deuxième édition parue en 1990, son amendement 1 (1991) et l'amendement 2 (1993). Cette troisième édition constitue une révision technique.

Le texte de la présente norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
31/381/FDIS	31/388/RVD

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

Les annexes A et B font partie intégrante de la présente norme.

Les annexes C, D, E et F sont données uniquement à titre d'information.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**ELECTRICAL APPARATUS FOR EXPLOSIVE
GAS ATMOSPHERES –****Part 7: Increased safety "e"**

FOREWORD

- 1) The IEC (International Electrotechnical Commission) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of the 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, the IEC publishes International Standards. 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. The 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 the 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 National Committees.
- 3) The documents produced have the form of recommendations for international use and are published in the form of standards, technical specifications, technical reports or guides and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 4) In order to promote international unification, IEC National Committees undertake to apply IEC International Standards transparently to the maximum extent possible in their national and regional standards. Any divergence between the IEC Standard and the corresponding national or regional standard shall be clearly indicated in the latter.
- 5) The IEC provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with one of its standards.
- 6) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this International Standard may be the subject of patent rights. The IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 60079-7 has been prepared by IEC technical committee 31: Electrical apparatus for explosive atmospheres.

This third edition cancels and replaces the second edition published in 1990, its amendment 1 (1991) and amendment 2 (1993). This third edition constitutes a technical revision.

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

FDIS	Report on voting
31/381/FDIS	31/388/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.

Annexes A and B form an integral part of this standard.

Annexes C, D, E and F are given for information only.

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant 2004.
A cette date, la publication sera

- reconduite;
- supprimée;
- remplacée par une édition révisée, ou
- amendée.

Le contenu du corrigendum de février 2004 a été pris en considération dans cet exemplaire.

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60079-7:2001

Withdrawn

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until 2004. At this date, the publication will be

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

The contents of the corrigendum of February 2004 have been included in this copy.

Withdrawn
IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60079-7:2001

MATÉRIEL ÉLECTRIQUE POUR ATMOSPHÈRES EXPLOSIVES GAZEUSES –

Partie 7: Sécurité augmentée «e»

1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 60079 indique les prescriptions spécifiques de conception, de construction, d'essais et de marquage du matériel électrique avec mode de protection augmentée «e» destiné à être utilisé dans les atmosphères explosives gazeuses. La présente norme s'applique au matériel électrique ayant une valeur assignée de tension d'alimentation ne dépassant pas 11 kV en courant alternatif (valeur efficace) ou en courant continu. Des mesures supplémentaires sont appliquées pour que le matériel ne produise ni arc, ni étincelle, ni température excessive en fonctionnement normal ou dans des conditions anormales spécifiées.

Ces prescriptions spécifiques complètent les prescriptions générales de la CEI 60079-0 qui s'appliquent au mode de protection à sécurité augmentée «e» sauf si elles sont spécifiquement exclues.

2 Références normatives

Les documents normatifs suivants contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui en est faite, constituent des dispositions valables pour la présente partie de la CEI 60079. Pour les références datées, les amendements ou révisions ultérieurs de l'une quelconque de ces publications ne s'appliquent pas. Cependant, les parties prenantes des accords fondés sur la présente partie de la CEI 60079 sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des documents normatifs indiqués ci-après. Pour les références non datées, la dernière édition du document normatif auquel il est fait référence s'applique. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des normes internationales en vigueur à un moment donné.

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

CEI 60034-5, *Machines électriques tournantes – Partie 5: Degrés de protection procurés par la conception intégrale des machines électriques tournantes (code IP) – Classification*

CEI 60044-6, *Transformateurs de mesure – Partie 6: Prescriptions concernant les transformateurs de courant pour protection pour la réponse en régime transitoire*

CEI 60050(426), *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) – Chapitre 426: Matériel électrique pour atmosphère explosives*

CEI 60050(486), *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) – Chapitre 486: Eléments et batteries d'accumulateurs*

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

CEI 60061-2, *Culots de lampe et douilles ainsi que calibres pour le contrôle de l'interchangeabilité et de la sécurité – Partie 2: Douilles*

ELECTRICAL APPARATUS FOR EXPLOSIVE GAS ATMOSPHERES –

Part 7: Increased safety "e"

1 Scope

This part of IEC 60079 specifies the requirements for the design, construction, testing and marking of electrical apparatus with type of protection increased safety "e" intended for use in explosive gas atmospheres. This standard applies to electrical apparatus with a rated value of supply voltage not exceeding 11 kV r.m.s. a.c. or d.c. Additional measures are applied to ensure that the apparatus does not produce arcs, sparks, or excessive temperatures in normal operation or under specified abnormal conditions.

These specific requirements are additional to the general requirements in IEC 60079-0 that apply to type of protection increased safety "e" unless specifically excluded.

2 Normative references

The following normative documents contain provisions which, through reference in this text, constitute provisions of this part of IEC 60079. For dated references, subsequent amendments to, or revisions of, any of these publications do not apply. However, parties to agreements based on this part of IEC 60079 are encouraged to investigate the possibility of applying the most recent editions of the normative documents indicated below. For undated references, the latest edition of the normative document referred to applies. Members of IEC and ISO maintain registers of currently valid International Standards.

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

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

IEC 60044-6, *Instrument transformers – Part 6: Requirements for protective current transformers for transient performance*

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

IEC 60050(486), *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 486: Secondary cells and batteries*

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

IEC 60061-2, *Lamp caps and holders together with gauges for the control of interchangeability and safety – Part 2: Lampholders*

CEI 60064, *Lampes à filament de tungstène pour usage domestique et éclairage général similaire – Prescriptions de performances*

CEI 60068-2-6, *Essais d'environnement – Partie 2: Essais – Essai Fc: Vibrations (sinusoïdales)*

CEI 60068-2-27:1987, *Essais d'environnement – Deuxième partie: Essais – Essai Ea et guide: Chocs*

CEI 60068-2-42, *Essais fondamentaux climatiques et de robustesse mécanique – Deuxième partie: Essais – Essai Kc: Essai à l'anhydride sulfureux pour contacts et connexions*

CEI 60079-0:1998, *Matériel électrique pour atmosphères explosives gazeuses – Partie 0: Règles générales*¹

CEI 60079-1, *Matériel électrique pour atmosphères explosives gazeuses – Partie 1: Enveloppe antidéflagrante "d" (actuellement en anglais seulement)*

CEI 60079-4, *Matériel électrique pour atmosphères explosives gazeuses – Partie 4: Méthode d'essai pour la détermination de la température d'inflammation*

CEI 60079-11, *Matériel électrique pour atmosphères explosives gazeuses – Partie 11: Sécurité intrinsèque "i"*

CEI 60079-17, *Matériel électrique pour atmosphères explosives gazeuses – Partie 17: Inspection et entretien des installations électriques dans les emplacements dangereux (autres que les mines)*

CEI 60085, *Evaluation et classification thermiques de l'isolation électrique*

CEI 60112, *Méthode pour déterminer des indices de résistance et de tenue au cheminement des matériaux isolants solides dans des conditions humides*

CEI 60238, *Douilles à vis Edison pour lampes*

CEI 60317-3:1990, *Spécifications pour types particuliers de fils de bobinage – Partie 3: Fil de section circulaire en cuivre émaillé avec polyester, classe 155*

CEI 60317-7:1990, *Spécifications pour types particuliers de fils de bobinage – Partie 7: Fil de section circulaire en cuivre émaillé avec polyamide, classe 220*

CEI 60317-8:1990, *Spécifications pour types particuliers de fils de bobinage – Partie 8: Fil de section circulaire en cuivre émaillé avec polyesterimide, classe 180*

CEI 60317-13:1990, *Spécifications pour types particuliers de fils de bobinage – Partie 13: Fil de section circulaire en cuivre émaillé avec polyester ou polyesterimide et avec surcouche polyamide-imide, classe 200*

CEI 60364-3, *Installations électriques des bâtiments – Troisième partie: Détermination des caractéristiques générales*

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

¹ Il existe une édition consolidée 1.1 (2000) qui comprend la CEI 60079-0 (1998) ainsi que l'amendement 1 (2000).

IEC 60064, *Tungsten filament lamps for domestic and similar general lighting purposes – Performance requirements*

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

IEC 60068-2-27, *Environmental testing – Part 2: Tests – Test Ea and guidance: Shock*
IEC 60068-2-42, *Basic environmental testing procedures – Part 2: Tests – Test Kc: Sulphur dioxide test for contacts and connections*

IEC 60068-2-42, *Environmental testing – Part 2: Tests – Test Kc: Sulphur dioxide test for contacts and connections*

IEC 60079-0:1998, *Electrical apparatus for explosive gas atmospheres – Part 0: General requirements*¹

IEC 60079-1, *Electrical apparatus for explosive gas atmospheres – Part 1: Flameproof enclosures "d"*

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

IEC 60079-11, *Electrical apparatus for explosive gas atmospheres – Part 11: Intrinsic safety "i"*

IEC 60079-17, *Electrical apparatus for explosive gas atmospheres – Part 17: Inspection and maintenance of electrical installations in hazardous areas (other than mines)*

IEC 60085, *Thermal evaluation and classification of electrical insulation*

IEC 60112, *Method for determining the comparative and the proof tracking indices of solid insulating materials under moist conditions*

IEC 60238, *Edison screw lampholders*

IEC 60317-3, *Specifications for particular types of winding wires – Part 3: Polyester enamelled round copper wires, class 155*

IEC 60317-7, *Specifications for particular types of winding wires – Part 7: Polyamide enamelled round copper wire, class 220*

IEC 60317-8, *Specifications for particular types of winding wires – Part 8: Polyesterimide enamelled round copper winding wire, class 180*

IEC 60317-13, *Specifications for particular types of winding wires – Part 13: Polyester or polyesterimide overcoated with polyamide-imide enamelled round copper wire, class 200*

IEC 60364-3, *Electrical installations of buildings – Part 3: Assessment of general characteristics*

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

¹ A consolidated edition exists 1.1 (2000) that includes IEC 60079-0 (1998) and its amendment 1 (2000)

CEI 60432-1, *Lampes à incandescence – Prescriptions de sécurité – Partie 1: Lampes à filament de tungstène pour usage domestique et éclairage général similaire*

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

CEI 60664-1:1992, *Coordination de l'isolement des matériels dans les systèmes (réseaux) à basse tension – Partie 1: Principes, prescriptions et essais*²

CEI 60947-1, *Appareillage à basse tension – Partie 1: Règles générales*

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

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

CEI 60999-2, *Dispositifs de connexion – Prescriptions de sécurité pour les organes de serrage à vis et sans vis pour conducteurs électriques en cuivre – Partie 2: Prescriptions particulières pour conducteurs de 35 mm² à 300 mm²*

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

CEI 62086-1, *Matériel électrique pour atmosphères explosives gazeuses – Traçage par résistance électrique – Partie 1: Règles générales et d'essais*

3 Définitions

Pour les besoins de la présente partie de la CEI 60079, les définitions et certains termes utilisés dans la CEI 60079-0 s'appliquent, ainsi que les termes et définitions indiqués ci-après.

Pour les définitions de tout autre terme, en particulier celles d'une nature plus générale, il convient de se référer à la CEI 60050(426) ou à, une autre partie appropriée du Vocabulaire électrotechnique international (VEI).

NOTE Lorsque des mots, par exemple «accumulateur», sont indiqués entre parenthèses dans un terme, ils peuvent être omis lorsqu'il n'y a pas de risque de confusion ou de malentendu.

3.1 éléments et accumulateurs

3.1.1

élément

ensemble d'électrodes et d'électrolytes constituant l'unité de base d'un accumulateur

NOTE Un dessin illustrant les différentes parties d'un élément est donné dans la figure 1. Ce dessin n'a qu'un but descriptif et il n'est pas prévu pour entraîner de quelconques prescriptions ou une préférence pour une forme particulière de construction.

3.1.2

élément ou accumulateur primaire

système électrochimique capable de produire de l'énergie électrique par réaction chimique

² Il existe une édition consolidée 1.1 (2000) qui comprend la CEI 60664-1 (1992) ainsi que l'amendement 1 (2000).

IEC 60432-1, *Incandescent lamps – Safety specifications – Part 1: Tungsten filament lamps for domestic and similar general lighting purposes*

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

IEC 60664-1, *Insulation coordination for equipment within low-voltage systems – Part 1: Principles, requirements, and tests*²

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

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

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

IEC 60999-2, *Connecting devices – Safety requirements for screw-type and screwless-type clamping units for electrical copper connectors – Part 2: Particular requirements for conductors from 35 mm² up to 300 mm²*

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

IEC 62086-1, *Electrical apparatus for explosive gas atmospheres – Electrical resistance trace heating – Part 1: General and testing requirements*

3 Definitions

For the purpose of this part of IEC 60079, the definitions and certain terms used in IEC 60079-0, together with 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).

NOTE Where a word, for example "battery", is shown in parentheses in a term, it may be omitted when there is no risk of confusion or misunderstanding.

3.1 cells and batteries

3.1.1

cell

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

NOTE A sketch illustrating the various parts of a cell is given in figure 1. This sketch is included for descriptive purposes only and is not intended to imply any requirements or preference for a particular form of construction.

3.1.2

primary cell or battery

electrochemical system capable of producing electrical energy by chemical reaction

² A consolidated edition exists 1.1 (2000) that includes IEC 60664-1 (1992) and its amendment 1 (2000)

3.1.3

élément ou accumulateur secondaire

système électrochimique rechargeable électriquement capable d'accumuler l'énergie électrique et de la restituer par réaction chimique

3.1.4

élément ou accumulateur ouvert

élément secondaire, ou accumulateur, ayant un couvercle muni d'une ouverture par laquelle peuvent s'échapper les produits gazeux

[VEI 486-01-18 modifiée]

3.1.5

élément ou accumulateur régulé par clapet hermétique

élément ou accumulateur fermé 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

[VEI 486-01-20 modifiée]

NOTE Cette définition diffère de la définition du VEI 486-01-20, du fait qu'elle s'applique soit à un élément soit à un accumulateur.

3.1.6

élément ou accumulateur hermétique étanche au gaz

élément ou accumulateur qui reste fermé 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 accumulateurs peuvent être équipés d'un dispositif de sécurité pour empêcher une pression interne dangereusement élevée. L'élément ou l'accumulateur 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 486-01-21, du fait qu'elle s'applique soit à un élément soit à un accumulateur.

3.1.7

batterie (d'accumulateurs)

ensemble de deux éléments ou plus connectés entre eux pour augmenter la tension ou la capacité

NOTE Lorsque les termes «élément» ou «éléments» sont utilisés, le texte fait référence à des éléments uniques individuels. Lorsque les termes «accumulateur» ou «accumulateurs» sont utilisés, le texte fait référence à la fois aux éléments et aux «accumulateurs».

3.1.3**secondary cell or battery**

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

3.1.4**open cell or battery**

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

[IEV 486-01-18 modified]

3.1.5**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 predetermined value. The cell cannot normally receive an addition to the electrolyte.

[IEV 486-01-20 modified]

NOTE This definition differs from the IEC definition 486-01-20 by virtue of the fact it applies to either a cell or battery.

3.1.6**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

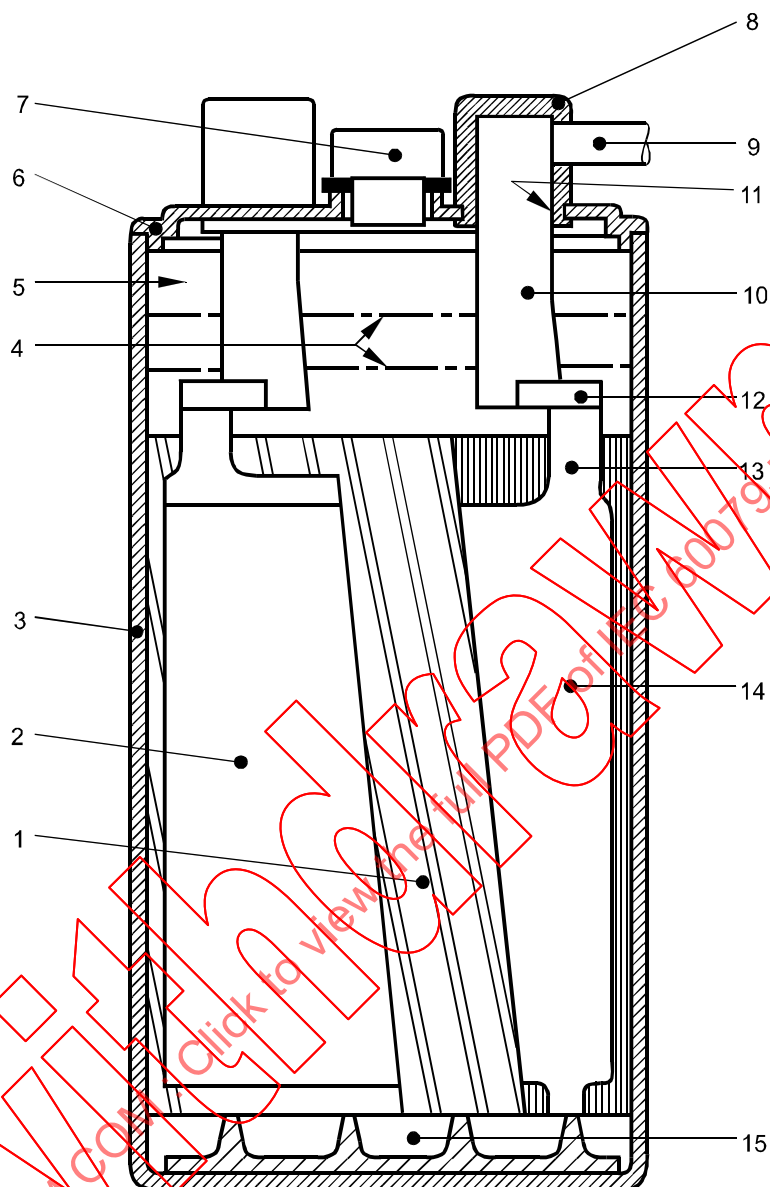
NOTE 1 Such cell and batteries may be equipped with a safety device to prevent dangerously high internal pressure. The cell or battery does not require addition to the electrolyte and is designed to operate during its life in its original sealed state.

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

3.1.7**battery**

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

NOTE Where the terms "cell" or "cells" are used, the text refers to individual single cells. Where the terms "battery" or "batteries" are used, the text refers to both cells and batteries.

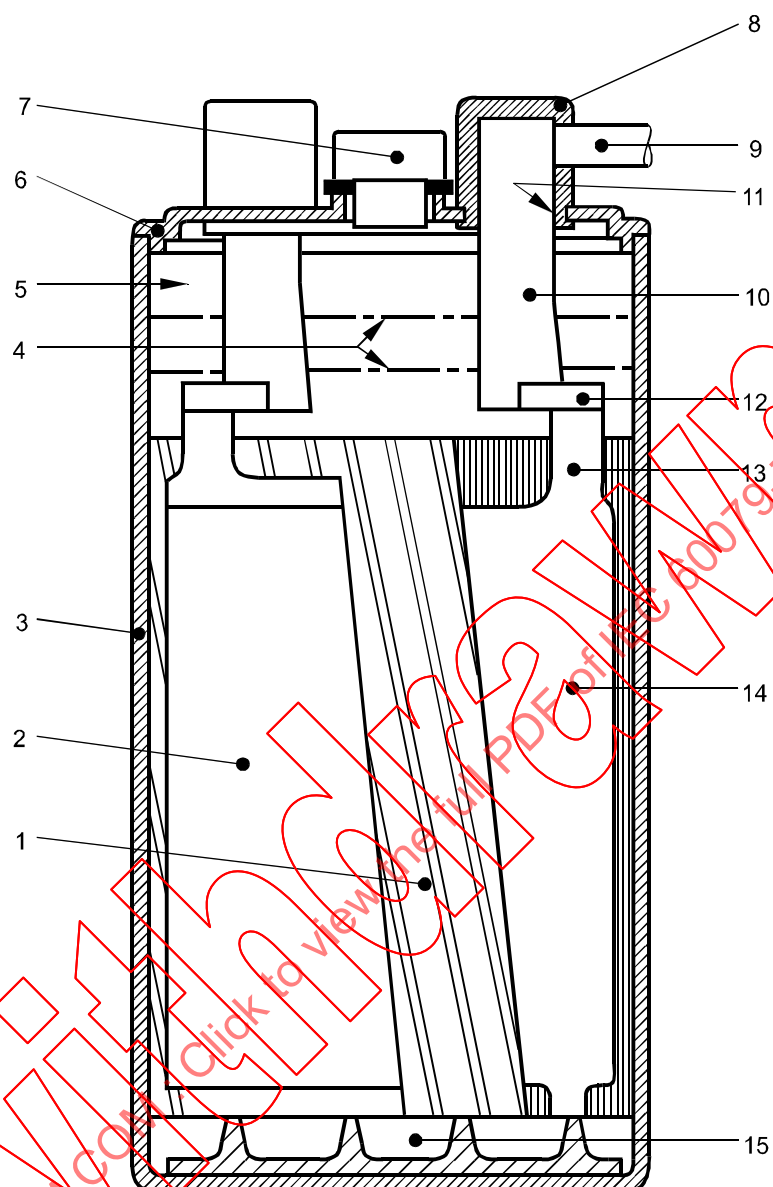


IEC 1807/01

Légende

- | | |
|---|---|
| 1 Séparateur | 9 Connexion entre éléments |
| 2 Plaque positive | 10 Borne |
| 3 Bac de l'élément | 11 Passage de borne étanche à l'électrolyte |
| 4 Niveau d'électrolyte maximum/minimum) | 12 Barrette |
| 5 Espace libre | 13 Queue de plaque |
| 6 Couvercle d'éléments étanches à l'électrolyte | 14 Plaque négative |
| 7 Bouchon de remplissage et d'évent | 15 Espace de boue |
| 8 Protection par enrobage | |

Figure 1 – Parties d'un élément



IEC 1807/01

Key

- | | |
|---------------------------------------|---|
| 1 Separator | 9 Intercell connector |
| 2 Positive plate | 10 Terminal post |
| 3 Cell container | 11 Electrolyte-tight terminal post seal |
| 4 Electrolyte level (maximum/minimum) | 12 Group bar |
| 5 Headspace | 13 Plate lug |
| 6 Electrolyte-tight lid seal | 14 Negative plate |
| 7 Filler and vent plug | 15 Slurry space |
| 8 Post encapsulation | |

Figure 1 – Parts of a cell

3.1.8

capacité

quantité d'électricité ou de charge électrique qu'une batterie complètement chargée peut débiter dans des conditions spécifiées

NOTE L'unité SI pour la charge électrique est le coulomb (1 C = 1 As) mais dans la pratique, la capacité d'un accumulateur s'exprime en ampère-heure (Ah).

3.1.9

tension nominale

(d'un élément ou d'un accumulateur) tension spécifiée par le constructeur

3.1.10

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 d'un élément primaire neuf, soit d'un élément secondaire juste après une charge complète

NOTE La tension maximale en circuit ouvert pour les éléments acceptables est donnée dans les tableaux 9 et 10.

3.1.11

charge

action de forcer le courant à travers un élément secondaire dans le sens opposé au flux normal afin d'y restituer l'énergie qui y était accumulée initialement

3.1.12

charge inversée

action de forcer le courant à travers soit un élément primaire soit un élément secondaire dans le même sens que le flux normal

NOTE Par exemple dans une batterie épuisée.

3.1.13

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

3.1.14

bac (d'accumulateur)

réceptacle en matériau inattaquable par l'électrolyte et contenant le bloc de plaques et l'électrolyte d'un élément

[VEI 486-02-20]

3.1.15

coffre (de batterie)

enceinte contenant la batterie

NOTE Le couvercle fait partie du coffre de la batterie.

3.1.16

bloc de plaques

ensemble de deux faisceaux de plaques de polarité contraire avec leurs séparateurs

[VEI 486-02-15]

3.1.17

cloison

partie intégrante d'un coffre de batterie servant à subdiviser le coffre en compartiments individuels et à améliorer sa résistance mécanique

3.1.8**capacity**

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

NOTE The SI unit for electrical charge is the coulomb (1 C = 1 As) but in practice, battery capacity is usually expressed in ampere-hours (Ah).

3.1.9**nominal voltage**

(of a cell or battery) voltage specified by the manufacturer

3.1.10**maximum open circuit voltage**

(of a cell or battery) voltage which is the maximum attainable voltage under normal conditions, that is, from either a new primary cell, or a secondary cell just after a full charge

NOTE The maximum open circuit voltage for acceptable cells is given in tables 9 and 10.

3.1.11**charging**

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

3.1.12**reverse charging**

act of forcing current through either a primary cell or secondary cell in the same direction as the normal flow

NOTE For example in an expired battery.

3.1.13**deep discharge**

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

3.1.14**container (of a cell)**

container for the plate pack and electrolyte of a cell made of a material impervious to attack by the electrolyte

[IEV 486-02-20]

3.1.15**(battery) container**

enclosure to contain the battery

NOTE The cover is a part of the battery container.

3.1.16**plate pack**

assembly of the positive and negative plate groups with separators

[IEV 486-02-15]

3.1.17**partition wall**

integral part of a battery container dividing it into individual sections and increasing its mechanical strength

3.1.18

séparation isolante

matériau isolant disposé entre des groupes d'éléments pour subdiviser la batterie

3.1.19

connexion entre éléments

conducteur électrique destiné au transport du courant entre éléments

3.2

distance d'isolement

plus courte distance dans l'air entre deux pièces conductrices

3.3

connexions internes

bornes destinées à être connectées en usine dans des conditions bien définies

3.4

connexions externes

bornes destinées à être connectées sur place

3.5

ligne de fuite

plus courte distance le long de la surface d'un matériau isolant électrique entre deux pièces conductrices

3.6

sécurité augmentée «e»

mode de protection appliqué à un matériel électrique selon lequel des mesures complémentaires sont appliquées pour fournir une sécurité augmentée contre la possibilité de températures excessives et l'apparition d'arcs ou d'étincelles en service normal ou dans des conditions anormales spécifiées

NOTE 1 Ce mode de protection est caractérisé par «e». Les «mesures complémentaires» sont celles requises pour assurer la conformité à la présente norme.

NOTE 2 Les matériels qui produisent des arcs ou des étincelles en service normal sont exclus par cette définition.

3.7

courant initial de démarrage I_A

valeur efficace la plus élevée du courant absorbé par un moteur à courant alternatif au repos ou par un électro-aimant à courant alternatif dont l'armature est bloquée dans la position donnant l'entrefer maximal lorsqu'il est alimenté à sa tension et à sa fréquence assignées

NOTE Les phénomènes transitoires ne sont pas pris en compte.

3.8

température limite

température maximale admissible pour un matériel ou des parties de matériel, égale à la plus basse des deux températures déterminées par:

- a) le risque d'inflammation de l'atmosphère explosive gazeuse;
- b) la stabilité thermique des matériaux mis en œuvre.

NOTE Cette température peut être la température maximale de surface (voir ensemble 3.8 et l'article 5 de la CEI 60079-0) ou une valeur plus faible (voir 4.8).

3.9

service normal, moteurs

fonctionnement continu aux valeurs de la plaque signalétique (ou ensemble des valeurs assignées), y compris les conditions de démarrage

3.1.18**insulating barrier**

electrical insulating material between groups of cells subdividing the battery

3.1.19**intercell connector**

conductor of electricity used for carrying current between cells

3.2**clearance**

shortest distance in air between two conductive parts

3.3**connections internal**

terminations intended for connection in the factory under controlled conditions

3.4**connections external**

terminations intended for connection in the field

3.5**creepage distance**

shortest distance along the surface of an electrically insulating material between two conductive parts

3.6**increased safety "e"**

type of protection applied to electrical apparatus in which additional measures are applied so as to give increased security against the possibility of excessive temperatures and of the occurrence of arcs and sparks in normal service or under specified abnormal conditions

NOTE 1 This type of protection is denoted by "e". The "additional measures" are those required for compliance with this standard.

NOTE 2 Apparatus producing arcs or sparks in normal service is excluded by this definition of increased safety.

3.7**initial starting current I_A**

highest r.m.s. value of current absorbed by an a.c. motor when at rest or by an a.c. magnet with its armature clamped in the position of maximum air gap when supplied at rated voltage and rated frequency

NOTE Transient phenomena are ignored.

3.8**limiting temperature**

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

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

NOTE This temperature may be the maximum surface temperature (see both 3.8 and clause 5 of IEC 60079-0) or a lower value (see 4.8).

3.9**normal service, motors**

continuous operation at the nameplate rating (or set of ratings) including starting conditions

3.10

courant dynamique assigné I_{dyn}

valeur de crête du courant que peut supporter un matériel électrique sans être endommagé par les effets électrodynamiques

3.11

courant de court-circuit thermique assigné I_{th}

valeur efficace du courant nécessaire pour porter en 1 s le conducteur qu'il traverse à une température ne dépassant pas la valeur limite, sa température initiale étant celle qui est atteinte au régime assigné et à la température ambiante maximale

3.12

tension assignée

valeur de la tension assignée par le constructeur à un composant, dispositif ou équipement et qui sert de référence aux caractéristiques de fonctionnement et de performance

3.13

éléments de chauffage par résistance et unités de chauffage par résistance

3.13.1

élément de chauffage par résistance

partie d'une unité de chauffage par résistance, comprenant une ou plusieurs résistances chauffantes, essentiellement constituées de conducteurs métalliques ou d'une substance électriquement conductrice, convenablement isolée et protégée

3.13.2

unité de chauffage par résistance

appareil constitué d'un ou de plusieurs éléments de chauffage par résistance associés avec tous les dispositifs nécessaires pour assurer que la température limite n'est pas dépassée

NOTE Il n'est pas imposé que les dispositifs nécessaires pour assurer que la température limite n'est pas dépassée soient du mode de protection «e» ou d'un quelconque autre mode de protection, lorsqu'ils sont placés à l'extérieur de l'emplacement dangereux.

3.13.3

corps de chauffe

équipement auquel est appliqué un élément ou une unité de chauffage par résistance

3.13.4

propriété auto-limitante

propriété d'un élément de chauffage par résistance telle que la puissance thermique à sa tension assignée décroît, alors que la température de son environnement croît, jusqu'à ce que l'élément atteigne une température à laquelle sa puissance thermique est réduite à une valeur à laquelle la température ne croît plus

NOTE La température de la surface de l'élément est alors pratiquement égale à celle de son environnement.

3.13.5

conception auto-stabilisante

réalisation dans laquelle la température de l'élément ou de l'unité de chauffage par résistance se stabilise, du fait de la conception et de l'utilisation, en dessous de la température limite, dans les conditions les plus défavorables, sans système de protection limitant la température

3.14

courant de court-circuit I_{sc}

valeur efficace maximale du courant de court-circuit auquel le matériel peut être soumis en service

NOTE Cette valeur maximale est donnée dans la documentation selon 23.2 de la CEI 60079-0.

3.10**rated dynamic current I_{dyn}**

peak value of the current, the dynamic effect of which the electrical apparatus can sustain without damage

3.11**rated short-time thermal current I_{th}**

r.m.s. value of the current required to heat up the conductor within 1 s from the temperature reached in rated service at the maximum ambient temperature to a temperature not exceeding the limiting temperature

3.12**rated voltage**

value of voltage assigned by the manufacturer to a component, device or equipment and to which operation and performance characteristics are referred

3.13**resistance-heating devices and resistance-heating units****3.13.1****resistance-heating device**

part of a resistance heating unit comprising one or more heating resistors, typically composed of metallic conductors or an electrically conductive compound suitably insulated and protected

3.13.2**resistance-heating unit**

apparatus comprising an assembly of one or more resistance heating devices associated with any devices necessary to ensure that the limiting temperature is not exceeded

NOTE It is not intended that the devices necessary to ensure that the limiting temperature is not exceeded should have type of protection "e", or any type of protection when they are located outside the hazardous area.

3.13.3**workpiece**

object to which a resistance-heating device or unit is applied

3.13.4**self-limiting property**

property such that the thermal output of a resistance-heating device at its rated voltage decreases as the temperature of its surroundings increases until the device reaches a temperature at which its thermal output is reduced to a value at which there is no further rise in temperature

NOTE The temperature of the surface of the element is then effectively that of its surroundings.

3.13.5**stabilized design**

concept where the temperature of the resistance-heating device or unit will, by design and use, stabilize below the limiting temperature, under the most unfavourable conditions, without the need for a protective system to limit the temperature

3.14**short-circuit current I_{sc}**

maximum r.m.s. value of the short-circuit current to which the apparatus may be subjected in service

NOTE This maximum value is recorded in the documentation according to 23.2 of IEC 60079-0.

3.15

rapport du courant de démarrage I_A/I_N

rapport du courant initial de démarrage I_A et du courant assigné I_N

3.16

durée t_E

temps nécessaire pour qu'un enroulement d'induit alimenté en courant alternatif atteigne, sous son courant initial de démarrage I_A , la température limite en partant de la température d'équilibre au régime assigné et à la température ambiante maximale (voir figure A.1)

3.17

chauffage par trace

utilisation de câbles, atténuateurs, panneaux et composants supports d'éléments chauffants, appliqués extérieurement et utilisés pour faire monter ou maintenir la température du contenu dans des tuyauteries, des réservoirs et leurs équipements associés

3.18

tension locale (identique à 1.3.5 de la CEI 60664-1)

valeur efficace la plus élevée de la tension en courant alternatif ou continu qui peut apparaître à travers n'importe quelle isolation, lorsqu'un matériel est alimenté sous tension

NOTE 1 Les surtensions transitoires sont négligées.

NOTE 2 Il est tenu compte à la fois des conditions à vide et des conditions de fonctionnement normal.

4 Prescriptions de construction pour tous les matériels électriques

4.1 Généralités

Les prescriptions du présent article sont applicables, sauf indication contraire à l'article 5, à tous les matériels électriques avec mode de protection «e». Ces prescriptions complètent les prescriptions générales de la CEI 60079-0 et sont elles-mêmes complétées pour certains matériels électriques par les prescriptions complémentaires de l'article 5.

4.2 Eléments de raccordement aux circuits extérieurs

Les éléments de raccordement aux circuits extérieurs doivent être largement dimensionnés pour permettre le raccordement efficace de conducteurs de section au moins égale à celle qui correspond au courant assigné du matériel électrique.

Le nombre et les tailles des conducteurs qui peuvent être raccordés sans danger aux éléments de raccordement doivent être spécifiés dans les documents descriptifs selon 23.2 de la CEI 60079-0.

NOTE 1 L'attention est attirée sur l'emploi de fil d'aluminium en raison de difficultés associées au contrôle de la distance d'isolement et de la ligne de fuite critiques avec l'application de matériaux antioxydants. Le fil d'aluminium peut être raccordé aux éléments de raccordement externes au moyen de connexions à viroles bimétalliques appropriées assurant une connexion cuivre à l'élément de raccordement

Les éléments de raccordement doivent faire l'objet des essais des matériaux isolants de l'élément de raccordement de 6.9.

Ces éléments de raccordement doivent

- a) être fixés sur leur support sans possibilité d'auto-desserrage,
- b) être réalisés de sorte que les conducteurs ne puissent pas s'échapper des logements qui leur sont destinés pendant le serrage de l'élément de raccordement,

3.15**starting current ratio I_A/I_N**

ratio between initial starting current I_A and rated current I_N

3.16**time t_E**

time taken for an a.c. rotor or stator winding, when carrying the initial starting current I_A , to be heated up to the limiting temperature from the temperature reached in rated service at the maximum ambient temperature (see figure A.1)

3.17**trace heating**

utilization of electric trace heater cables, pads, panels and support components, externally applied and used to raise or maintain the temperature of contents in piping, tanks and associated equipment

3.18**working voltage** (identical with 1.3.5 of IEC 60664-1)

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 Constructional requirements for all electrical apparatus**4.1 General**

The requirements of this clause apply, unless otherwise stated in clause 5, to all electrical apparatus with type of protection "e". They are additional to the general requirements of IEC 60079-0 and are themselves supplemented for certain electrical apparatus by the supplementary requirements in clause 5.

4.2 Terminals for external connections

Terminals for connections to external circuits shall be generously dimensioned to permit the effective connection of conductors of cross-section equal to at least that corresponding to the rated current of the electrical apparatus.

The number and sizes of conductors that can be safely connected to terminals shall be specified in the descriptive documents according to 23.2 of IEC 60079-0.

NOTE 1 Attention is drawn to the use of aluminium wire because of the difficulties associated with controlling critical creepage and clearance distances with the application of anti-oxidant materials. The connection of aluminium wire to external terminals may be accomplished by the use of suitable bi-metallic ferrule connections providing a copper connection to the terminal.

Terminals shall be subjected to the terminal insulating material tests of 6.9.

These terminals shall

- a) be fixed to their mountings without possibility of self-loosening,
- b) be constructed in such a way that the conductors cannot slip out from their intended location during tightening of the terminal,

- c) être tels que le contact soit assuré sans dommage aux conducteurs, ce qui amènerait des altérations compromettant les capacités des conducteurs à remplir leur fonction même s'il s'agit de conducteurs à brins multiples utilisés dans des éléments de raccordement prévus pour le serrage direct des conducteurs.

NOTE 2 L'utilisation d'extrémités de câbles serties n'est pas interdite, à condition que les prescriptions a), b) et c) soient respectées.

En particulier, les éléments de raccordement ne doivent pas

- avoir des arêtes coupantes qui pourraient endommager les conducteurs,
- être capables de tourner, de se tordre ou de se déformer de façon permanente lors du serrage normal, qui doit être défini par le constructeur du matériel et qui ne doit pas être inférieur à celui spécifié dans la CEI 60947-7-1, la CEI 60999-1 ou la CEI 60999-2, le cas échéant,
- être fabriqués en aluminium.

Les éléments de raccordement doivent être tels que le contact qu'ils assurent ne soit pratiquement pas altéré par les variations de température en service normal. La pression de contact ne doit pas être transmise par l'intermédiaire d'un matériau isolant.

Les éléments de raccordement qui sont destinés au raccordement de conducteurs à multi-brins doivent comporter un élément élastique intermédiaire. Les éléments de raccordement pour conducteurs de section allant jusqu'à 4 mm² (12 AWG) doivent aussi permettre le raccordement efficace de conducteurs d'au moins deux tailles de fil ISO inférieures.

NOTE 3 Des précautions spéciales peuvent être nécessaires pour se prémunir contre les chocs et les vibrations.

NOTE 4 Des précautions spéciales contre la corrosion électrolytique sont à considérer.

NOTE 5 Des précautions spéciales contre la corrosion sont à considérer lorsque des matériaux ferreux sont utilisés.

4.3 Connexions internes

Les connexions à l'intérieur des matériels électriques et faisant partie intégrante de ce matériel, ne doivent pas être soumises à des contraintes mécaniques indues. Seuls les procédés suivants sont autorisés pour le raccordement des conducteurs:

- a) fermetures vissées avec moyens de blocage;
- b) sertissage;
- c) soudage à l'étain, à condition que les conducteurs ne soient pas soutenus par la connexion soudée;
- d) brasage;
- e) soudage, et
- f) tout moyen de connexion conforme aux prescriptions de 4.2.

NOTE Des précautions spéciales contre la corrosion électrolytique sont à considérer.

Des connexions qui sont des éléments de raccordement doivent faire l'objet des essais du matériau isolant de l'élément de raccordement de 6.9.

4.4 Distances d'isolement

Les distances d'isolement entre des pièces conductrices nues portées à des potentiels différents doivent être conformes au tableau 1 avec une valeur minimale de 3 mm pour les connexions externes.

Les espacements aux éléments de raccordement doivent être évalués avec la taille du conducteur qui produit la plus faible distance d'isolement.

NOTE Pour les prescriptions relatives aux lampes à culots à vis, voir 5.3.3.1.4.

- c) be such that proper contact is assured without damage to the conductors that would impair the ability of the conductors to fulfil their function, even if multi-stranded conductors are used in terminals intended for direct clamping of a conductor.

NOTE 2 The use of crimped cable terminations is allowed provided that the requirements in a), b) and c) are fulfilled.

In particular, terminals shall not

- have sharp edges which would damage the conductors,
- be able to turn, twist or be permanently deformed during normal tightening which shall be defined by the manufacturer of the apparatus and which shall not be less than that specified in IEC 60947-7-1, IEC 60999-1 or IEC 60999-2, where applicable,
- be constructed of aluminium.

Terminals shall be such that the contact they assure is not appreciably impaired by temperature changes occurring in normal service. The contact pressure shall not be transmitted through insulating material.

Terminals intended for clamping stranded conductors shall include a resilient intermediate part. Terminals for connecting conductors of rated cross-sections not exceeding 4 mm² (12 AWG) shall also be suitable for the effective connection of conductors at least two ISO wire-sizes smaller.

NOTE 3 Special precautions against vibration and mechanical shock may be required.

NOTE 4 Special precautions against electrolytic corrosion should be considered.

NOTE 5 Special precautions against corrosion should be considered where ferrous material is used.

4.3 Internal connections

Connections within electrical apparatus and forming an integral part of that apparatus shall not be subject to undue mechanical stress. Only the following means for the connection of conductors are permitted:

- a) screwed fasteners with means of locking;
- b) crimping;
- c) soldering, provided that the conductors are not supported by the soldered connection alone;
- d) brazing;
- e) welding; and
- f) any means of connection complying with the requirements of 4.2.

NOTE Special precautions against electrolytic corrosion should be considered.

Connections which are terminals shall be subjected to the terminal insulating material tests of 6.9.

4.4 Clearances

Clearances between bare conductive parts at different potentials shall be as given in table 1 with a minimum value for external connections of 3 mm.

Spacings at wiring terminals shall be evaluated with the conductor size that produces the minimum clearance.

NOTE For requirements for lamps with screw caps see 5.3.3.1.4.

Les distances d'isolement doivent être déterminées en fonction de la tension locale. Lorsque le matériel est prévu pour plus d'une tension assignée ou pour une gamme de tensions assignées, la valeur de la tension locale doit être basée sur la valeur de tension assignée la plus élevée. Pour la détermination des distances d'isolement, les exemples 1 à 11 (compris) de la figure 2 illustrent les caractéristiques à prendre en compte et les distances d'isolement appropriées.

Tableau 1 – Lignes de fuite et distance d'isolement

Tension (voir note 1) <i>U</i> _{eff.} c.a. ou c.c. V	Ligne de fuite minimale mm			Distance d'isolement minimale mm
	Groupe de matériau			
	I	II	IIIa	
10 (voir note 3)	1,6	1,6	1,6	1,6
12,5	1,6	1,6	1,6	1,6
16	1,6	1,6	1,6	1,6
20	1,6	1,6	1,6	1,6
25	1,7	1,7	1,7	1,7
32	1,8	1,8	1,8	1,8
40	1,9	2,4	3,0	1,9
50	2,1	2,6	3,4	2,1
63	2,1	2,6	3,4	2,1
80	2,2	2,8	3,6	2,2
100	2,4	3,0	3,8	2,4
125	2,5	3,2	4	2,5
160	3,2	4	5	3,2
200	4,0	5,0	6,3	4,0
250	5	6,3	8	5
320	6,3	8,0	10,0	6,0
400	8	10	12,5	6
500	10,0	12,5	16,0	8,0
630	12,0	16,0	20,0	10
800	16,0	20,0	25,0	12
1 000	20	25	32	14
1 250	22	26	32	18
1 600	23	27	32	20
2 000	25	28	32	23
2 500	32	36	40	29
3 200	40	45	50	36
4 000	50	56	63	44
5 000	63	71	80	50
6 300	80	90	100	60
8 000	100	110	125	80
10 000	125	140	160	100

NOTE 1 Les tensions indiquées viennent de la CEI 60664-1. La tension locale peut dépasser de 10 % le niveau de tension donné dans le tableau, sur la base de la rationalisation des tensions d'alimentation données au tableau 3b de la CEI 60664-1.

NOTE 2 Les valeurs des lignes de fuite et des distances d'isolement présentées sont basées sur une tolérance d'alimentation maximale de $\pm 10\%$.

NOTE 3 A 10 V et moins, la valeur de CTI n'est pas pertinente et des matériaux non conformes à la prescription pour le groupe IIIa de matériaux peuvent être acceptables.

Clearances shall be determined as a function of the working voltage. Where the apparatus is intended for more than one rated voltage or for a range of rated voltage, the value of working voltage to be used shall be based on the highest value of rated voltage. In determining the clearances, examples 1 to 11 (inclusive) in figure 2 illustrate the features to be taken into account and the appropriate clearances.

Table 1 – Creepage distances and clearances

Voltage (see note 1) $U_{r.m.s.}$ a.c. or d.c. V	Minimum creepage distance mm			Minimum clearance mm
	Material group			
	I	II	IIIa	
10 (see note 3)	1,6	1,6	1,6	1,6
12,5	1,6	1,6	1,6	1,6
16	1,6	1,6	1,6	1,6
20	1,6	1,6	1,6	1,6
25	1,7	1,7	1,7	1,7
32	1,8	1,8	1,8	1,8
40	1,9	2,4	3,0	1,9
50	2,1	2,6	3,4	2,1
63	2,1	2,6	3,4	2,1
80	2,2	2,8	3,6	2,2
100	2,4	3,0	3,8	2,4
125	2,5	3,2	4	2,5
160	3,2	4	5	3,2
200	4,0	5,0	6,3	4,0
250	5	6,3	8	5
320	6,3	8,0	10,0	6,0
400	8	10	12,5	6
500	10,0	12,5	16,0	8,0
630	12,0	16,0	20,0	10
800	16,0	20,0	25,0	12
1 000	20	25	32	14
1 250	22	26	32	18
1 600	23	27	32	20
2 000	25	28	32	23
2 500	32	36	40	29
3 200	40	45	50	36
4 000	50	56	63	44
5 000	63	71	80	50
6 300	80	90	100	60
8 000	100	110	125	80
10 000	125	140	160	100

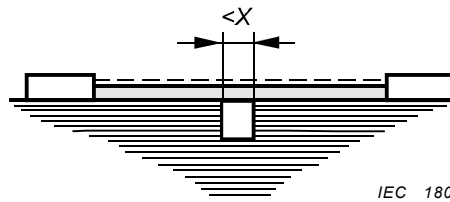
NOTE 1 Voltages shown are derived from IEC 60664-1. The working voltage may exceed by 10 % the voltage level given in the table. This is based on the rationalization of supply voltages given in table 3b of IEC 60664-1.

NOTE 2 The creepage distance and clearance values shown are based on a maximum supply voltage tolerance of ± 10 %.

NOTE 3 At 10 V and below, the value of CTI is not relevant and materials not meeting the requirement for material group IIIa may be acceptable.

NOTE Ces exemples sont identiques à ceux donnés dans la CEI 60664-1.

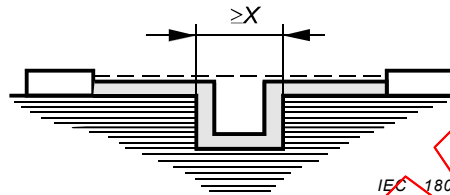
Exemple 1



Condition: Ce chemin de ligne de fuite comprend une rainure à flancs parallèles ou convergents, de profondeur quelconque et de largeur inférieure à X mm.

Règle: La ligne de fuite et la distance d'isolement sont mesurées en ligne droite au-dessus de la rainure, comme indiqué ci-dessus.

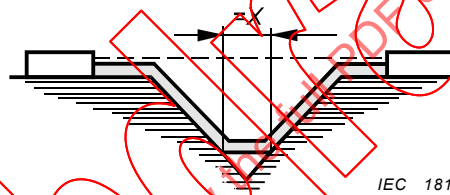
Exemple 2



Condition: Ce chemin de ligne de fuite comprend une rainure à flancs parallèles, de profondeur quelconque et de largeur égale ou supérieure à X mm.

Règle: La distance d'isolement est la distance en ligne droite. Le chemin de la ligne de fuite longe le profil de la rainure.

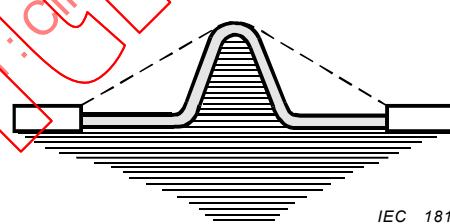
Exemple 3



Condition: Ce chemin de ligne de fuite comprend une rainure en V dont la largeur est supérieure à X mm.

Règle: La distance d'isolement est la distance en ligne droite. Le chemin de la ligne de fuite longe le profil de la rainure, mais «court-circuite» le bas de la rainure par un tronçon de X mm.

Exemple 4



Condition: Ce chemin de ligne de fuite comprend une nervure.

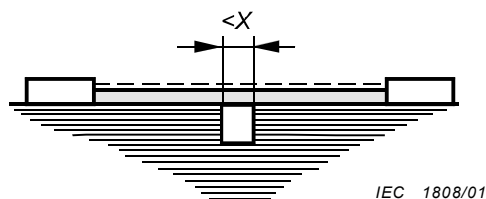
Règle: La distance d'isolement est le chemin dans l'air le plus court par-dessus le sommet de la nervure. Le chemin de la ligne de fuite longe le profil de la nervure.

----- 1
1 Distance d'isolement

===== 2
2 Ligne de fuite

NOTE These examples are identical with those given in IEC 60664-1

Example 1

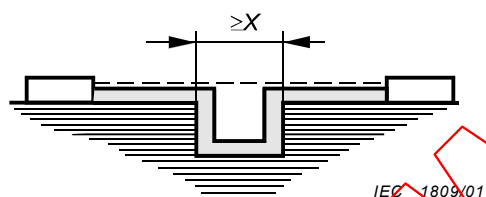


IEC 1808/01

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

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

Example 2

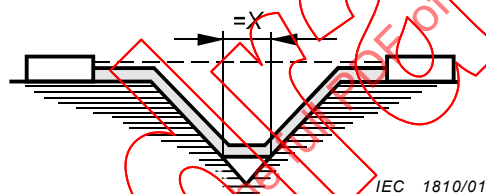


IEC 1809/01

Condition: Path under consideration includes a parallel-sided groove of any depth d equal to or more than X mm.

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

Example 3

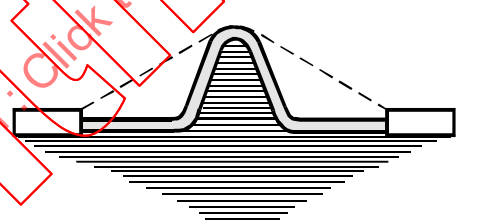


IEC 1810/01

Condition: Path under consideration includes a V-shaped groove with a width greater than X mm.

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

Example 4



IEC 1811/01

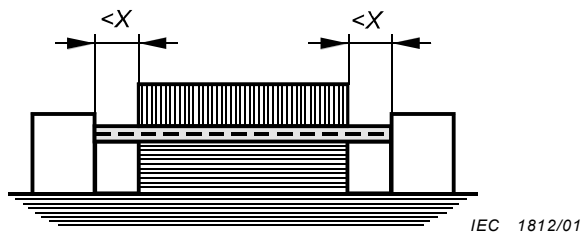
Condition: Path under consideration includes a rib.

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

----- 1
1 clearance

===== 2
2 creepage distance

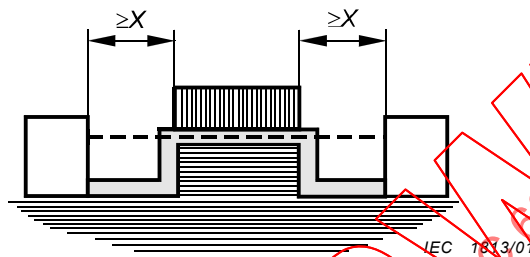
Exemple 5



Condition: Ce chemin de ligne de fuite comprend deux parties non collées avec des rainures de largeur inférieure à X mm de chaque côté.

Règle: Le chemin de la ligne de fuite et de la distance d'isolement est la distance en ligne droite indiquée ci-dessus.

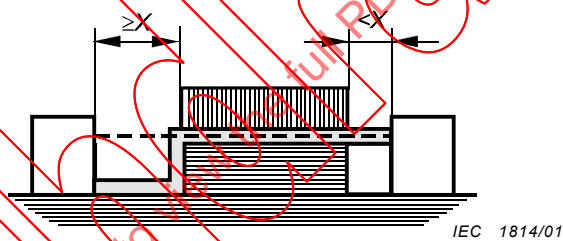
Exemple 6



Condition: Ce chemin de ligne de fuite comprend deux parties non collées avec des rainures de largeur égale ou supérieure à X mm de chaque côté.

Règle: La distance d'isolement est la distance en ligne droite. Le chemin de la ligne de fuite longe le profil des rainures.

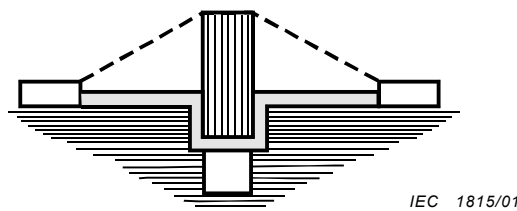
Exemple 7



Condition: Ce chemin de ligne de fuite comprend deux parties non collées avec, d'un côté une rainure de largeur inférieure à X mm et, de l'autre côté, une rainure de largeur égale ou supérieure à X mm.

Règle: Les chemins de la distance d'isolement et de la ligne de fuite sont ceux indiqués ci-dessus.

Exemple 8



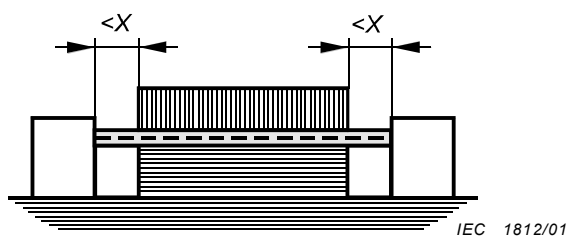
Condition: La ligne de fuite à travers le joint non collé est inférieure à la ligne de fuite par dessus la barrière.

Règle: La distance d'isolement est le chemin dans l'air le plus court par dessus le sommet de la barrière.

----- 1
1 Distance d'isolement

■ 2
2 Ligne de fuite

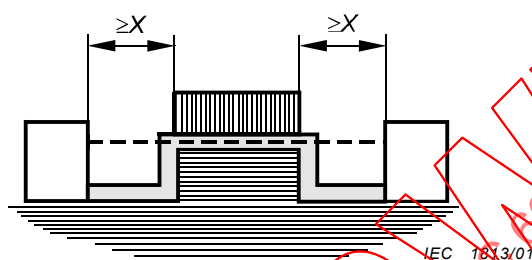
Example 5



Condition: Path under consideration includes an uncemented joint with groove less than X mm wide on each side

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

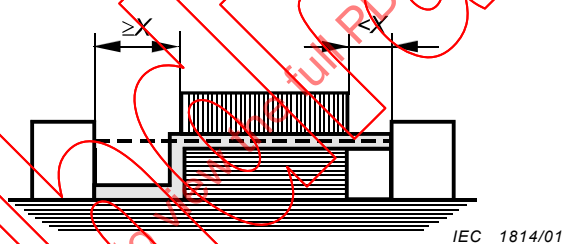
Example 6



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

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

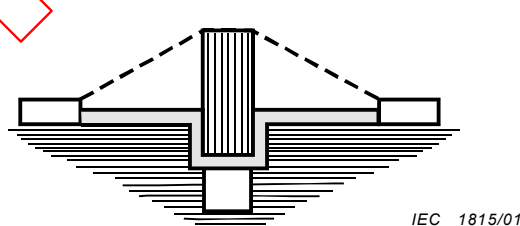
Example 7



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

Rule: Clearance and creepage paths are as shown.

Example 8



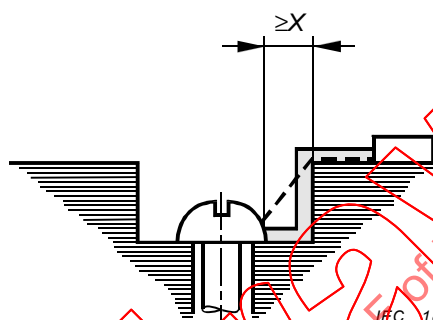
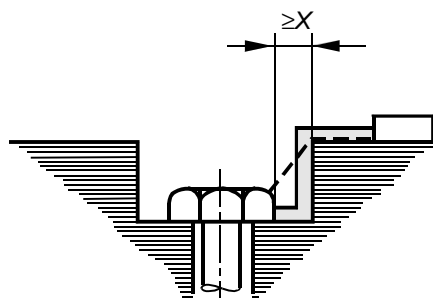
Condition: Creepage distance through uncemented joint is less than creepage distance over barrier.

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

----- 1 ■ 2

1 clearance 2 creepage distance

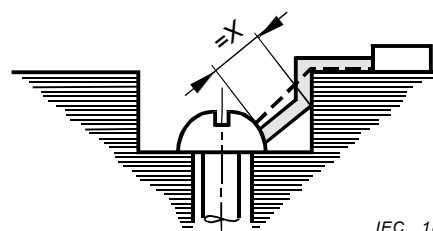
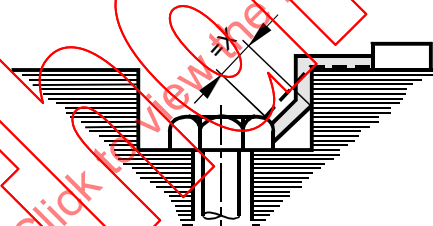
Exemple 9



IEC 1816/01

Distance suffisante entre tête de vis et paroi du logement pour être prise en compte.

Exemple 10



IEC 1817/01

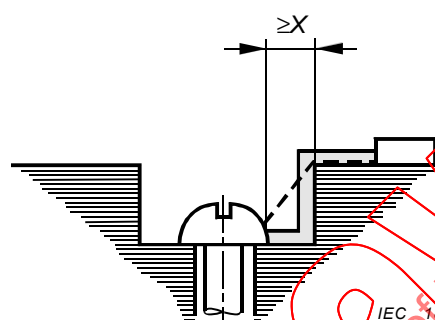
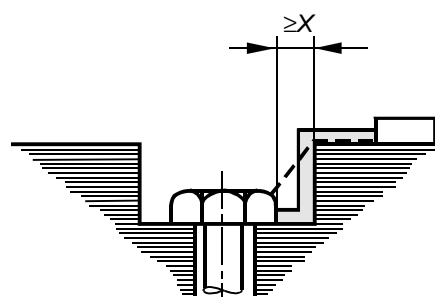
Distance trop faible entre tête de vis et paroi du logement pour être prise en compte

La mesure de la ligne de fuite s'effectue de la vis à la paroi quand la distance est égale à X mm.

- - - - - 1
 1 Distance d'isolement

■ 2
 2 Ligne de fuite

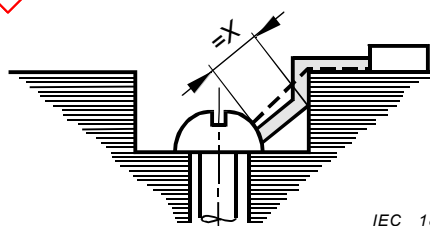
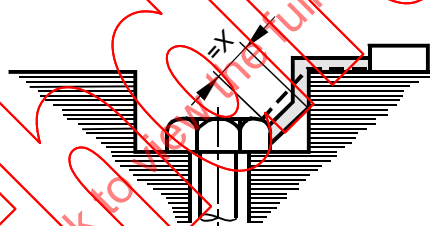
Example 9



IEC 1816/01

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

Example 10



IEC 1817/01

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

Measurement of creepage distance is from screw to wall when the distance is equal to X mm.

----- 1 ■ 2
1 clearance 2 creepage distance

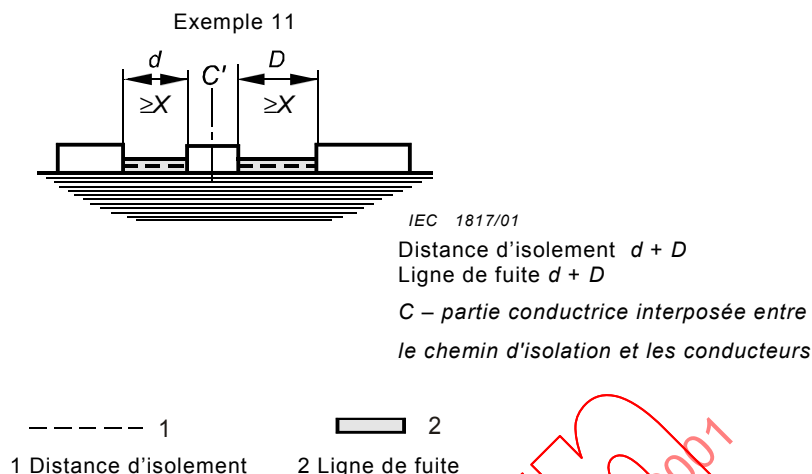


Figure 2 – Détermination des lignes de fuite et distances d'isolement

4.5 Lignes de fuite

4.5.1 Les valeurs de lignes de fuite prescrites dépendent de la tension locale, la résistance au cheminement du matériau isolant électrique et du profil de la surface de ce matériau.

Le tableau 2 indique le groupement des matériaux isolants en fonction de l'indice de résistance au cheminement (IRC) déterminé conformément à la CEI 60112. Les matériaux isolants inorganiques, par exemple le verre et les matériaux céramiques, ne donnent pas lieu à des cheminements et, par conséquent, n'ont pas besoin de faire l'objet de la détermination de leur IRC. Ils sont conventionnellement classés dans le groupe de matériaux I.

Le regroupement du tableau 2 s'applique aux parties isolantes sans nervures ni rainures. S'il y a des nervures ou rainures selon 4.5.3, les lignes de fuite minimales admissibles pour les tensions locales jusqu'à 1 100 V doivent être basées sur le groupe de matériel juste au-dessus, par exemple, groupe de matériel I au lieu du groupe de matériel II.

NOTE 1 Les groupes de matériaux sont identiques à ceux donnés dans la CEI 60664-1.

NOTE 2 Les surtensions transitoires ne sont pas à prendre en compte du fait qu'elles n'auront normalement pas d'influence sur le phénomène de cheminement. Toutefois, des surtensions temporaires et fonctionnelles peuvent être considérées en fonction de leur durée et de la fréquence de leur apparition (voir la CEI 60664-1 pour des informations complémentaires).

Tableau 2 – Résistance au cheminement des matériaux isolants

Groupe de matériau	Indice de résistance au cheminement (IRC)
I	$600 \leq \text{IRC}$
II	$400 \leq \text{IRC} < 600$
IIIa	$175 \leq \text{IRC} < 400$

4.5.2 Les lignes de fuite entre les pièces conductrices nues portées à des potentiels différents doivent être conformes au tableau 1, avec une valeur minimale de 3 mm pour les connexions externes, et elles doivent être déterminées en fonction de la tension locale spécifiée par le constructeur du matériel.

NOTE Pour les prescriptions relatives aux lampes à culots à vis, voir 5.3.3.1.4

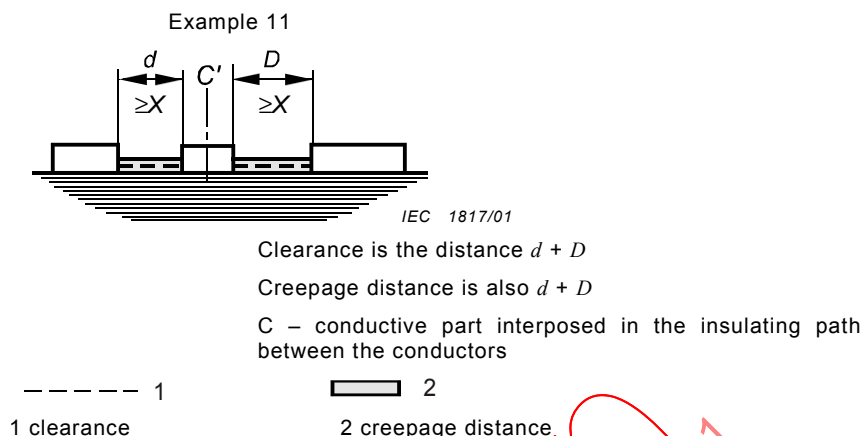


Figure 2 – Determination of creepage distances and clearances

4.5 Creepage distances

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

Table 2 gives the grouping of electrical insulating materials according to the comparative tracking index (CTI) determined in accordance with IEC 60112. Inorganic insulating materials, for example glass and ceramics, do not track and need not therefore be subjected to the determination of the CTI. They are conventionally classified in material group I.

The grouping given in table 2 is applied to insulating parts without ribs or grooves. If there are ribs or grooves in accordance with 4.5.3 the minimum permissible creepage distances for working voltages up to 1 100 V shall be based on the next highest material group, for example material group I instead of material group II.

NOTE 1 The material groups are identical with those given in IEC 60664-1.

NOTE 2 Transient overvoltages are ignored as they do not normally influence tracking phenomena. However, temporary and functional overvoltages may have to be considered, depending upon the duration and frequency of occurrence (see IEC 60664-1 for additional information).

Table 2 – Tracking resistance of insulating materials

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

4.5.2 Creepage distances between bare conductive parts at different potentials shall be as given in table 1, with a minimum value for external connections of 3 mm, and shall be determined as a function of the working voltage specified by the manufacturer of the apparatus.

NOTE For requirements for lamps with screw caps, see 5.3.3.1.4

4.5.3 Pour la détermination des lignes de fuite, la figure 2 illustre les caractéristiques à prendre en compte et la ligne de fuite appropriée. La valeur de la dimension 'X' est 2,5 mm.

L'effet des nervures et des encoches peut être pris en compte à condition que

- a) les nervures sur la surface aient une hauteur au moins égale à 2,5 mm et une épaisseur compatible avec la résistance mécanique du matériau, sans être inférieure à 1,0 mm,
- b) les encoches sur la surface aient une profondeur au moins égale à 2,5 mm et une largeur au moins égale à 2,5 mm. Si la distance d'isolement associée est inférieure à 3 mm, la largeur minimale des encoches peut être réduite à 1,5 mm.

NOTE 1 Les saillies au-dessus ou les creux en dessous de la surface sont considérés respectivement comme des nervures ou comme des encoches quelle que soit leur forme géométrique.

NOTE 2 Les constructions à joints scellés (voir l'article 12 de la CEI 60079-0) sont considérées comme des parties pleines.

4.6 Matériaux isolants électriques solides

NOTE Ce terme se rapporte à la forme sous laquelle le matériau est utilisé et pas nécessairement à celle sous laquelle il est fabriqué; par exemple des vernis isolants, lorsqu'ils sont séchés, sont considérés comme des matériaux isolants électriques solides.

4.6.1 Les caractéristiques mécaniques des matériaux qui affectent leur comportement fonctionnel, par exemple la résistance et la solidité, doivent être satisfaisantes

- a) à une température dépassant d'au moins 20 K la température maximale obtenue au régime assigné et au moins à 80 °C, ou
- b) pour les enroulements isolés (voir 4.8.3 et le tableau 3), le câblage interne (voir 4.9) et pour les câbles solidaires en permanence du matériel électrique (voir 14.1 de la CEI 60079-0) jusqu'à la température maximale obtenue au régime assigné.

4.6.2 Les pièces isolantes en matière plastique ou stratifiée, lorsque la surface d'origine a été enlevée au cours de la fabrication doivent être recouvertes d'un vernis isolant appartenant au moins à la même catégorie que la surface d'origine pour ce qui concerne l'IRC. Cette prescription ne s'applique pas aux matériaux pour lesquels ces actions n'ont pas affecté la catégorie concernant l'IRC ou lorsque la ligne de fuite prescrite est respectée par d'autres parties non affectées par ces actions.

4.7 Enroulements

4.7.1 Les conducteurs isolés doivent respecter les prescriptions de 4.7.1.1 ou de 4.7.1.2.

4.7.1.1 Les conducteurs doivent être recouverts d'au moins deux couches isolantes, dont une seule peut être de l'email.

4.7.1.2 Les fils de bobinage émaillés de section circulaire doivent être conformes soit:

- a) au grade 1 de la CEI 60317-3, de la CEI 60317-7, de la CEI 60317-8 ou de la CEI 60317-13 à condition que:
 - lors des essais prescrits à l'article 13 de la CEI 60317-3, de la CEI 60317-7, de la CEI 60317-8 ou de la CEI 60317-13, il ne se produise aucun claquage avec les valeurs de tension minimales prescrites pour le grade 2;
 - lors des essais prescrits à l'article 14 de la CEI 60317-3, de la CEI 60317-7, de la CEI 60317-8 ou de la CEI 60317-13 il ne présente pas plus de six défauts par éprouvette de 30 m de longueur, quel que soit le diamètre;
- b) au grade 2 de la CEI 60317-3, de la CEI 60317-7, de la CEI 60317-8 ou de la CEI 60317-13;
- c) au grade 3 de la CEI 60317-3, de la CEI 60317-7, de la CEI 60317-8 ou de la CEI 60317-13.

4.5.3 In determining the creepage distance, figure 2 illustrates the features to be taken into account and the appropriate creepage distance. The value of dimension 'X' is 2,5 mm.

The effects of ribs and grooves may be taken into account provided that

- a) ribs on the surface are at least 2,5 mm high and of a thickness appropriate to the mechanical strength of the material with a minimum value of 1,0 mm,
- b) grooves on the surface are at least 2,5 mm deep and at least 2,5 mm wide. If the associated clearance is less than 3 mm, the minimum groove width may be reduced to 1,5 mm.

NOTE 1 Projections above or depressions below the surface are considered as being either ribs or grooves, irrespective of their geometric form.

NOTE 2 Cemented constructions (see clause 12 of IEC 60079-0) are considered to be solid parts.

4.6 Solid electrical insulating materials

NOTE This term describes the form in which the materials are used and not necessarily that in which they are supplied; for example, insulating varnishes when cured are considered as being solid electrical insulating materials.

4.6.1 The mechanical characteristics of the materials that affect their functional behaviour, for example, strength and rigidity, shall be satisfactory either

- a) at a temperature up to at least 20 K above the maximum temperature attained in rated service, and at least 80 °C, or
- b) for insulated windings (see 4.8.3 and table 3), for internal wiring (see 4.9) and for cables permanently connected to electrical apparatus (see 14.1 of IEC 60079-0) up to the maximum temperature attained in rated service.

4.6.2 Insulating parts made of plastics or laminates, where the original surface is removed during manufacture, shall be coated with an insulating varnish having at least the same grading according to CTI as the original surface. This requirement does not apply to materials where these actions have not affected the grading according to CTI or where the specified creepage distance is provided by other parts not subjected to these actions.

4.7 Windings

4.7.1 Insulated conductors shall comply with the requirements of either 4.7.1.1 or 4.7.1.2.

4.7.1.1 The conductors shall be covered with at least two layers of insulation, only one layer of which may be an enamel.

4.7.1.2 Enamelled round winding wires shall be in accordance with either:

- a) grade 1 of IEC 60317-3, IEC 60317-7, IEC 60317-8, or IEC 60317-13 provided that:
 - when tested in accordance with clause 13 of IEC 60317-3, IEC 60317-7, IEC 60317-8 or IEC 60317-13 there shall be no failure with the minimum values of breakdown voltage listed for grade 2; and that
 - when tested in accordance with clause 14 of IEC 60317-3, IEC 60317-7, IEC 60317-8 or IEC 60317-13 there shall be not more than six faults per 30 m of wire irrespective of diameter; or
- b) grade 2 of IEC 60317-3, IEC 60317-7, IEC 60317-8, or IEC 60317-13; or
- c) grade 3 of IEC 60317-3, IEC 60317-7, IEC 60317-8, or IEC 60317-13.

4.7.2 Les enroulements, après avoir été formés ou enrubannés, doivent être séchés pour en retirer l'humidité avant imprégnation avec une matière d'imprégnation appropriée. Trempage, ruissellement ou imprégnation sous vide sont acceptables sauf dans les limites de 5.2.5. L'application au pinceau ou la pulvérisation ne sont pas admises comme méthodes d'imprégnation.

L'imprégnation doit être effectuée conformément aux instructions particulières du constructeur du produit d'imprégnation utilisé de façon à assurer aussi complètement que possible le remplissage des espaces entre conducteurs et obtenir une bonne cohésion entre les conducteurs.

Cela ne s'applique ni aux bobines entièrement isolées ni aux conducteurs d'enroulements si, avant leur mise en place dans le matériel électrique, les parties destinées aux encoches et les extrémités de ces enroulements et conducteurs ont été imprégnées, pourvues d'un matériau de remplissage ou isolées de façon analogue par un procédé équivalent, et si, une fois montées, elles ne sont plus accessibles pour les opérations d'isolation prévues.

Si les produits d'imprégnation utilisés contiennent des solvants, les procédés d'imprégnation et de séchage doivent être effectués au moins deux fois.

4.7.3 La dimension nominale minimale du conducteur des fils utilisés pour les enroulements doit être de 0,25 mm.

NOTE 1 La dimension minimale est le diamètre d'un conducteur rond ou la plus petite dimension d'un conducteur rectangulaire.

NOTE 2 Les enroulements constitués d'un fil d'une dimension nominale minimale inférieure à 0,25 mm peuvent être protégés par un autre des modes de protection normalisés cités dans la CEI 60079-0.

4.7.4 Les capteurs des détecteurs de températures à résistance ne sont pas considérés comme des enroulements, mais lorsqu'ils sont appliqués aux enroulements de machines électriques tournantes, ils doivent être noyés dans les encoches et imprégnés ou enrobés avec les enroulements.

4.8 Limites de température

4.8.1 Aucune partie d'un matériel électrique ne doit atteindre une température supérieure à celle déterminée par la stabilité thermique des matériaux utilisés. En outre, aucune surface d'une partie quelconque d'un matériel électrique, y compris la surface des parties internes auxquelles peut avoir accès l'atmosphère explosible ne doit atteindre une température supérieure à la température maximale de surface prescrite à l'article 4 de la CEI 60079-0, sauf pour les lampes à l'intérieur de luminaires pour lesquelles la prescription est celle indiquée en 5.3.4.

NOTE Il y a deux conditions à respecter dont l'une ou l'autre peut se révéler être la caractéristique limite pour un matériel particulier ou une partie de matériel.

4.8.2 La température admissible pour les conducteurs et autres pièces métalliques est, en outre, limitée par

- a) la réduction de leur résistance mécanique,
- b) les contraintes mécaniques inadmissibles dues à la dilatation thermique,
- c) les dommages aux parties isolantes voisines.

Lors de la détermination de la température des conducteurs, leur échauffement ainsi que l'apport calorifique des parties voisines doivent être pris en compte.

4.8.3 La température limite des enroulements isolés ne doit pas dépasser les valeurs données au tableau 3, qui tiennent compte de l'endurance thermique des matériaux isolants électriques, pour autant que le matériel électrique reste conforme aux prescriptions de 4.8.1.

4.7.2 Windings, after having been fastened or wrapped, shall be dried to remove moisture before impregnation with a suitable impregnating substance. Except as limited by 5.2.5, dipping, trickling or vacuum impregnation is acceptable. Coating by painting or spraying is not recognized as impregnation.

The impregnation shall be carried out according to the specific instructions of the manufacturer of the impregnating substance used and in such a way that the spaces between the conductors are filled as completely as possible and that good cohesion between the conductors is achieved.

This does not apply to fully insulated coils and conductors of windings if, prior to their fitting into the electrical apparatus, the slot portions and end windings of these coils and conductors have been impregnated, provided with filling material, or otherwise insulated in an equivalent manner, and if, after assembly, they are no longer accessible for the stated insulating procedures.

If impregnating substances containing solvents are used, the impregnation and drying processes shall be carried out at least twice.

4.7.3 The minimum nominal conductor dimension of wires used for windings shall be 0,25 mm.

NOTE 1 The minimum dimension is the diameter of a round conductor or the smallest dimension of a rectangular conductor.

NOTE 2 Windings made with wire having a minimum nominal conductor dimension less than 0,25 mm can be protected by another of the standard types of protection listed in IEC 60079-0.

4.7.4 Sensing elements of resistance temperature detectors (RTDs) are not considered to be windings, but when applied to the windings of rotating electrical machines they shall be positioned within the slots and impregnated or sealed with the windings.

4.8 Temperature limitations

4.8.1 No part of an electrical apparatus shall attain a temperature in excess of that determined by the thermal stability of the materials used. Furthermore, no surface of any part of an electrical apparatus including the surface of internal parts to which the potentially explosive atmosphere might have access shall attain a temperature in excess of the maximum surface temperature prescribed in clause 4 of IEC 60079-0 except for lamps in luminaires for which the requirement is given in 5.3.4.

NOTE There are two conditions to be satisfied, either of which may prove to be the limiting feature for a particular apparatus or part of an apparatus.

4.8.2 The permissible temperature of conductors and other metal parts is further limited by

- a) reduction of mechanical strength,
- b) unacceptable mechanical stress due to thermal expansion,
- c) damage to neighbouring electrical insulating parts.

In determining the temperature of the conductors, both the self-heating of the conductors and the effect of heating by neighbouring parts shall be taken into account.

4.8.3 The limiting temperature of insulated windings shall not exceed the values given in table 3 which take account of the thermal endurance of electrical insulating materials, provided that the electrical apparatus still complies with the requirements of 4.8.1.

Tableau 3 – Températures limites pour enroulements isolés

	Méthode de mesure de la température (voir note 1)	Classe thermique de matériau isolant conformément à la CEI 60085 (voir note 2)				
		A	E	B	F	H
1 Température limite au régime assigné a) enroulements isolés à une seule couche	Résistance ou thermomètre	°C 95	°C 110	°C 120	°C 130	°C 155
b) autres types d'enroulements isolés	Résistance	90	105	110	130	155
	Thermomètre	80	95	100	115	135
2 Température limite à la fin de la durée t_E (voir note 3)	Résistance	160	175	185	210	235

NOTE 1 La mesure par thermomètre n'est autorisée que si la mesure par variation de résistance n'est pas possible. Dans ce contexte, le mot «thermomètre» a le même sens que dans la CEI 60034-1 (par exemple, thermomètre à bulle ou thermocouple non intégré ou détecteur de température à résistance appliqué aux points accessibles au thermomètre à bulle habituel).

NOTE 2 A titre de mesure transitoire jusqu'à ce que des valeurs soient prescrites, les classes thermiques de matériaux isolants plus élevées désignées par des chiffres dans la CEI 60085 sont considérées comme soumises aux températures limites données pour la classe H.

NOTE 3 Ces valeurs résultent de la température ambiante, de l'échauffement de l'enroulement au régime assigné et de l'augmentation de la température pendant la durée t_E .

4.8.4 Les enroulements doivent être protégés par des dispositifs appropriés de manière telle que la température limite (voir 4.8.1, 4.8.2 et 4.8.3) ne puisse pas être dépassée en service. De tels dispositifs ne sont pas nécessaires si la température des enroulements ne dépasse pas la température limite prescrite pour le régime assigné en 4.8.3 même en cas de surcharge permanente (par exemple, un moteur à rotor calé) ou si les enroulements ne peuvent pas être soumis à une surcharge.

NOTE 1 Le dispositif de protection (capteur) peut être à l'intérieur et/ou à l'extérieur du matériel électrique.

NOTE 2 Les défaillances électriques dans les enroulements isolés sont exclues comme condition de service. Les exigences de 4.7 et 4.8 ont pour objet de réduire la probabilité de telles défaillances.

4.9 Câblage interne au matériel

Le câblage susceptible d'être en contact avec une partie conductrice doit être protégé mécaniquement, fixé ou acheminé de façon à éviter toute détérioration de l'isolation.

4.10 Degrés de protection procurés par les enveloppes

4.10.1 Les degrés de protection définis dans la CEI 60034-5 et la CEI 60529 doivent être conformes aux prescriptions de a) ou b) ci-dessous, sauf spécification contraire en 4.10.2, 4.10.3, ou dans l'article 5.

- a) Les enveloppes contenant des pièces conductrices nues et actives doivent procurer au moins le degré de protection IP54.
- b) Les enveloppes contenant seulement des pièces conductrices actives isolées comme indiqué en 4.6 doivent procurer au moins le degré de protection IP44.

4.10.2 L'enveloppe d'un matériel électrique peut être munie de trous de vidange ou d'orifices de ventilation pour éviter l'accumulation de condensation. Les prescriptions dépendent du groupe du matériel comme suit:

Table 3 – Limiting temperatures for insulated windings

	Method of temperature measurement (see note 1)	Thermal class according to IEC 60085 (see note 2)				
		A	E	B	F	H
1 Limiting temperature in rated service:		°C	°C	°C	°C	°C
a) insulated single layer winding	Resistance or thermometer	95	110	120	130	155
b) other insulated windings	Resistance	90	105	110	130	155
	Thermometer	80	95	100	115	135
2 Limiting temperature at end of time t_E (see note 3)	Resistance	160	175	185	210	235
NOTE 1 Measurement by thermometer is permissible only when measurement by change of resistance is not possible. In this context "thermometer" has the same meaning as in IEC 60034-1 (for example, a bulb thermometer, or a non-imbedded thermocouple or resistance temperature detector (RTD) applied to the points accessible to the usual bulb thermometer). NOTE 2 As an interim measure until values have been prescribed, the higher thermal classes of insulating material denoted by figures in IEC 60085 are considered as subject to the limiting temperatures given for class H. NOTE 3 These values result from the ambient temperature, the temperature rise of the winding in rated service and the increase of temperature during time t_E.						

4.8.4 Windings shall be protected by suitable devices to ensure that the limiting temperature (see 4.8.1, 4.8.2 and 4.8.3) cannot be exceeded in service. Such devices are not required if the temperature of the windings does not exceed the limiting temperature given for rated service in 4.8.3 even when the windings are subjected to continuous overload (for example, as occurs in the case of a stalled motor) or if the windings cannot be subjected to overload.

NOTE 1 The protective device (sensor) may be inside and/or outside the electrical apparatus.

NOTE 2 Electrical faults in insulated windings are excluded as a service condition. The requirements of 4.7 and 4.8 are intended to reduce the likelihood of such faults.

4.9 Wiring internal to apparatus

Wiring which might come into contact with a conductive part shall be either mechanically protected, secured, or routed to avoid insulation damage.

4.10 Degrees of protection provided by enclosures

4.10.1 The degrees of protection as defined in IEC 60034-5 and IEC 60529 shall be as prescribed in a) or b), unless otherwise specified in 4.10.2, 4.10.3, or clause 5.

- a) Enclosures containing bare conductive live parts shall provide at least the degree of protection IP54.
- b) Enclosures containing only insulated conductive live parts as in 4.6 shall provide at least the degree of protection IP44.

4.10.2 The enclosure of an electrical apparatus may be provided with drain holes or ventilation openings to prevent the accumulation of condensation. The requirements are dependent upon the apparatus grouping as follows:

- a) groupe de matériel I – la conformité à 4.10.1 est nécessaire;
- b) groupe de matériel II – la présence de trous de vidange ou d'orifices de ventilation peut réduire le degré de protection procuré par l'enveloppe selon 4.10.1 mais il ne doit pas être inférieur à IP 44 en 4.10.1a) ou à IP 24 en 4.10.1b).

Lorsque la présence de trous de vidange ou d'orifices de ventilation abaisse le degré de protection en dessous des prescriptions de 4.10.1, les détails des trous de vidange ou des orifices de ventilation, y compris la position et les dimensions, doivent être indiqués par le constructeur et inclus dans les documents descriptifs selon 23.2 de la CEI 60079-0. Le marquage des matériels qui comportent des trous de vidange ou des orifices de ventilation qui réduisent le degré de protection doit comprendre le signe « X » conformément à i) de 27.2 de la CEI 60079-0 ainsi que le ou les degrés de protection procurés par l'enveloppe.

4.10.3 Lorsqu'il y a des circuits ou des systèmes avec mode de protection «i» conformément à la CEI 60079-11, ou des parties de ces circuits ou systèmes, dans l'enveloppe:

- a) soit les couvercles de l'enveloppe donnant accès aux circuits de sécurité non intrinsèques sous tension doivent porter une étiquette avec les mots **NE PAS OUVRIR QUAND LES CIRCUITS DE SÉCURITÉ NON INTRINSÈQUES SONT SOUS TENSION**; ou
- b) soit toutes les pièces actives non protégées par le mode de protection «i» doivent avoir un couvercle interne séparé procurant au moins le degré de protection IP30 quand l'enveloppe de l'appareil est ouverte.

De plus, le couvercle intérieur doit avoir une étiquette avec les mots **NE PAS OUVRIR LORSQUE LE MATÉRIEL EST SOUS TENSION** ou, sinon, toute autre mention que la CEI 60079-0 prescrirait de placer sur le couvercle du matériel.

Le couvercle de l'enveloppe du matériel doit comporter une étiquette avec les mots **CIRCUITS DE SÉCURITÉ NON INTRINSÈQUES PROTÉGÉS PAR UN COUVERCLE INTÉRIEUR IP 30**.

NOTE Le couvercle intérieur, lorsqu'il est installé, est destiné à procurer un degré de protection minimale acceptable contre tout accès aux circuits de sécurité non intrinsèques sous tension quand l'enveloppe est ouverte pour de courts instants afin de permettre de vérifier ou de régler les circuits de sécurité intrinsèques sous tension.

4.11 Fermetures

Le matériel électrique du groupe I contenant des parties actives nues doit comporter des fermetures spéciales conformes à 9.2 de la CEI 60079-0.

5 Prescriptions complémentaires pour des matériels électriques spécifiques

5.1 Généralités

Les présentes prescriptions complètent celles de l'article 4 de la présente norme qui sont également applicables, sauf spécification contraire, aux matériels électriques spécifiques considérés de 5.2 à 5.9 ainsi qu'aux autres matériels électriques considérés en 5.10.

5.2 Machines électriques tournantes

5.2.1 Degrés de protection procurés par l'enveloppe

Par dérogation aux prescriptions de 4.10 relatives à la protection contre l'introduction de corps solides étrangers et d'eau, les degrés de protection ci-après suffisent, dans les cas indiqués, pour les enveloppes de machines électriques tournantes (sauf leurs logements de raccordement et les pièces nues conductrices) installées dans des environnements propres et régulièrement vérifiées par un personnel compétent:

- IP23 pour le groupe I;
- IP20 pour le groupe II.

- a) apparatus group I – compliance with 4.10.1 is required;
- b) apparatus group II – the inclusion of the drain holes or ventilation openings may reduce the degree of protection provided by the enclosure according to 4.10.1, but shall not be below IP44 in 4.10.1a) or IP24 in 4.10.1b).

When the presence of drain holes or ventilation openings reduces the degree of protection below the requirements of 4.10.1, the details of the drain holes or ventilation openings, including position and dimensions, shall be stated by the manufacturer and included in the descriptive documents according to 23.2 of IEC 60079-0. The marking of apparatus with drain holes and ventilation openings that reduce the degree of protection shall include the sign "X" in accordance with i) of 27.2 of IEC 60079-0 and the degree(s) of protection provided by enclosure.

4.10.3 When there are circuits or systems with type of protection "i" according to IEC 60079-11, or parts of these, within the enclosure, either:

- a) the covers of the enclosure permitting access to energized non-intrinsically-safe circuits shall have a label with the wording DO NOT OPEN WHEN NON-INTRINSICALLY-SAFE CIRCUITS ARE ENERGIZED; or
- b) all live parts not protected by type of protection "i" shall have a separate internal cover providing at least the degree of protection IP30 when the enclosure of the apparatus is open.

In addition, the internal cover shall have a label with the wording DO NOT OPEN WHEN ENERGIZED or other wording that would otherwise be required by IEC 60079-0 to be on the cover of the enclosure of the apparatus.

The cover of the enclosure of the apparatus shall have a label with the wording NON-INTRINSICALLY-SAFE CIRCUITS PROTECTED BY INTERNAL IP30 COVER.

NOTE The purpose of the internal cover, when fitted, is to provide a minimum acceptable degree of protection against the access to energized non-intrinsically-safe circuits when the enclosure is opened for short periods to permit checking or adjustment of energized intrinsically safe circuits.

4.11 Fasteners

For group I electrical apparatus containing bare live parts, special fasteners according to 9.2 of IEC 60079-0 shall be used.

5 Supplementary requirements for specific electrical apparatus

5.1 General

These requirements supplement those of clause 4 of this standard which are applicable also, unless otherwise stated, to the specific electrical apparatus considered in 5.2 to 5.9 and also to the other electrical apparatus considered in 5.10.

5.2 Rotating electrical machines

5.2.1 Degrees of protection provided by enclosures

As an exception to the requirements given in 4.10 for protection against the ingress of solid foreign bodies and water, the following degrees of protection suffice in the cases stated for the enclosures of rotating electrical machines (except for terminal boxes and bare conductive parts) installed in clean environments and regularly supervised by trained personnel:

- IP23 for apparatus group I;
- IP20 for apparatus group II.

La chute verticale de corps solides étrangers dans les orifices de ventilation des enveloppes des machines doit être empêchée.

Le marquage des machines électriques tournantes destinées à être utilisées seulement dans des environnements propres doit inclure le signe « X », conformément à i) de 27.2 de la CEI 60079-0 et le degré de protection procuré par l'enveloppe.

5.2.2 Ventilateurs intérieurs

Les ventilateurs intérieurs doivent être conformes aux prescriptions relatives aux distances et aux matériaux spécifiés pour les ventilateurs extérieurs en 17.3 et 17.4 de la CEI 60079-0.

5.2.3 Entrefer radial minimal

L'entrefer radial minimal entre le stator et le rotor (dans la zone du fer actif) ne doit pas, lorsque la machine électrique tournante est au repos, être inférieur à la valeur donnée dans la formule suivante:

Entrefer radial minimal, en mm:

$$\left[0,15 + \frac{D - 50}{780} \left(0,25 + \frac{0,75 \cdot n}{1000} \right) \right] r b$$

où

D est le diamètre du rotor, en mm et, dans la formule pour l'entrefer radial minimal, est sujet à une valeur minimale de 75 mm et une valeur maximale de 750 mm;

n est la vitesse assignée maximale, en tr/min, et est sujet à une valeur minimale de 1 000;

r est donné par la formule ci-après et est sujet à une valeur minimale de 1,0:

$$r = \frac{\text{longueur de fer}}{1,75 \times \text{diamètre du rotor}, D}; \text{ en mm}$$

b est égal à 1,0 pour les machines à paliers à roulements et à 1,5 pour les machines à paliers lisses.

NOTE L'entrefer radial minimal n'est pas directement proportionnel à la fréquence d'alimentation ou au nombre de pôles, comme observé dans l'exemple d'un moteur à deux ou quatre pôles à paliers à roulement conçu pour une alimentation à 50 Hz/60 Hz et dont le rotor a un diamètre de 60 mm et une longueur de fer de 80 mm.

D est alors pris à la valeur minimale de 75;

n à la valeur maximale de 3 600;

b à 1,0;

$r = 80 / (1,75 \times 60)$, soit approximativement 0,76 et par conséquent pris égal à 1,0;

quand l'entrefer radial minimal est donné par la formule:

$$\left[0,15 + \frac{75 - 50}{780} \left(0,25 + \frac{0,75 \times 3\,600}{1000} \right) \right] 1,0 \times 1,0$$

soit approximativement 0,25 mm.

5.2.4 Machines à rotor à cage

5.2.4.1 Les prescriptions du présent paragraphe s'appliquent, en plus de celles de 5.2.1, 5.2.2 et 5.2.3, aux machines à rotor à cage, y compris les machines synchrones avec démarrage par rotor à cage ou avec enroulements amortisseurs.

Solid foreign bodies shall be prevented from falling vertically through the ventilating openings into the enclosures of machines.

The marking of rotating electrical machines designed for use only in clean environments shall include the sign "X", in accordance with i) of 27.2 of IEC 60079-0 and the degree of protection provided by enclosure.

5.2.2 Internal fans

Internal fans shall comply with the requirements for clearances and materials specified for external fans in 17.3 and 17.4 of IEC 60079-0.

5.2.3 Minimum radial air gap

The minimum radial air gap between the stator and the rotor (in the active core area), when the rotating electrical machine is at rest, shall be not less than the value given by the following formula:

Minimum radial air gap, in mm:

$$\left[0,15 + \frac{D - 50}{780} \left(0,25 + \frac{0,75 n}{1000} \right) \right] r b$$

where

D is the rotor diameter, in mm, which in the formula for the minimum radial air gap is subject to a minimum value of 75 mm and a maximum value of 750 mm;

n is the maximum rated speed in r/min and is subject to a minimum value of 1 000;

r has the value given by the following formula and is subject to a minimum value of 1,0:

$$r = \frac{\text{core length}}{1,75 \times \text{rotor diameter, } D}; \text{ in mm}$$

b has the value of 1,0 for machines with rolling bearings or 1,5 for machines with plain bearings.

NOTE The minimum radial air gap is not directly proportional to the supply frequency or number of poles as can be seen from the example of a 2-pole or 4-pole motor with rolling bearings designed for a 50 Hz/60 Hz supply and having a rotor with a diameter of 60 mm and a core length of 80 mm.

D is then taken as 75, the minimum value;

n as 3 600, the maximum value;

b as 1,0;

$r = 80 / (1,75 \times 60)$, i.e. approximately 0,76 and therefore taken as 1,0;

when the minimum radial air gap becomes:

$$\left[0,15 + \frac{75 - 50}{780} \left(0,25 + \frac{0,75 \times 3\,600}{1000} \right) \right] 1,0 \times 1,0$$

or approximately 0,25 mm.

5.2.4 Machines with cage rotors

5.2.4.1 In addition to the requirements of 5.2.1, 5.2.2 and 5.2.3, the requirements of this subclause apply to machines with cage rotors, including synchronous machines with "cage rotor" starting or damping windings.

5.2.4.2 Les barres des rotors à cage doivent être brasées ou soudées aux anneaux de court-circuit, à moins que les barres et les anneaux des cages ne soient faits d'une seule pièce.

Les barres doivent être solidement ancrées dans les encoches, pour éviter la formation d'étincelles entre les barres et le rotor au démarrage.

NOTE 1 Un ajustage serré dans les encoches peut être obtenu, par exemple par coulée d'aluminium sous pression, par garnissage supplémentaire des encoches contenant des barres séparées, par calage ou par raidissement des barres.

NOTE 2 Les barres et les anneaux des rotors à cage ne sont pas considérés comme des pièces conductrices nues en application de 4.4, 4.5, 4.10 et 5.2.1.

5.2.4.3 La construction du rotor doit être évaluée en cas d'étincelle de l'entrefer.

Si la somme des facteurs déterminés au tableau 4 est supérieure à 5, la machine ou un échantillon représentatif doit subir un essai selon 6.2.3.2, ou la machine doit être construite pour permettre d'appliquer des mesures spéciales qui assurent que son enveloppe ne contient pas d'atmosphère explosive gazeuse au moment du démarrage. Le marquage de la machine doit comporter le signe «X» selon i) de 27.2 de la CEI 60079-0, et le certificat doit spécifier les mesures spéciales à employer.

NOTE Les mesures spéciales qui peuvent être appliquées comprennent une ventilation avant démarrage ou l'application d'une détection fixe des gaz à l'intérieur de l'enveloppe de la machine. D'autres méthodes peuvent être appliquées avec l'accord du constructeur, de la station d'essai et de l'utilisateur, selon le cas.

Tableau 4 – Evaluation des risques potentiels d'étincelles de l'entrefer pour les facteurs de risque à l'allumage des rotors à cage

Caractéristique	Valeur	Facteur
Construction de la cage du rotor	Cage de rotor mécano-soudé	2
	Cage de rotor en aluminium coulé ≥ 200 kW par pôle	1
	Cage de rotor en aluminium coulé < 200 kW par pôle	0
Nombre de pôles	≥ 2 pôles	2
	4 à 8 pôles	1
	> 8 pôles	0
Rendement assigné	> 500 kW par pôle	2
	> 200 kW à 500 kW par pôle	1
	≤ 200 kW par pôle	0
Gaines de refroidissement radiales dans le rotor	Oui: $L < 200$ mm (1)	2
	Oui: $L \geq 200$ mm (1)	1
	Non	0
Obliquité du rotor ou du stator	Oui: > 200 kW par pôle	2
	Oui: ≤ 200 kW par pôle	0
	Non	0
Pièces excentrées du rotor	Non conforme (2)	2
	Conforme (2)	0
Classe de température	T1 / T2	2
	T3	1
	$\geq T4$	0

NOTE 1 L est la longueur de l'extrémité du fer. Des essais expérimentaux ont montré que les étincelles se produisent surtout dans les gaines proches des extrémités du fer.

NOTE 2 Il convient que les pièces en saillie des rotors soient conçues pour éliminer tout contact intermittent et fonctionner dans les limites de la classe de température. La conformité à cette règle donne un facteur de 0, sinon le facteur est de 2.

5.2.4.2 The bars of cage rotors shall be brazed or welded to the short-circuiting rings, unless the bars and rings of the cages are manufactured as a single unit.

The bars shall fit tightly in the slots in order to prevent sparking between bars and rotor cores during starting.

NOTE 1 A tight fit in the slots may be achieved, for example, by casting aluminium under pressure, by supplementary lining in slots containing single bars, by wedging the bars or by keying the bars.

NOTE 2 The bars and rings of cage rotors are not considered to be bare conductive parts in applying 4.4, 4.5, 4.10 and 5.2.1

5.2.4.3 The rotor construction shall be assessed for possible air gap sparking.

If the total sum of the factors determined by table 4 is greater than 5, the machine or a representative sample shall be tested in accordance with 6.2.3.2, or the machine shall be constructed to allow special measures to be employed to ensure that its enclosure does not contain an explosive gas atmosphere at the time of starting. The machine marking shall include the sign "X", in accordance with i) of 27.2 of IEC 60079-0, and the special conditions to be employed shall be specified in the documentation.

NOTE Special measures that can be applied include pre-start ventilation or the application of fixed gas detection inside the machine enclosure. Other methods may be applied with the agreement of the manufacturer, testing station, and the user, as appropriate.

Table 4 – Potential air gap sparking risk assessment for cage rotor ignition risk factors

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

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

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

5.2.4.4 La température limite du rotor ne doit pas être dépassée, même pendant le démarrage. La température limite est de 300 °C ou la valeur spécifiée en 4.8, selon la moins élevée.

NOTE Les pièces situées dans le chemin du flux de fuite peuvent devoir être non magnétiques ou isolées sinon leurs températures peuvent dépasser celles des barres du rotor en cas de calage. Des exemples de telles pièces peuvent comprendre les bagues de retenue, les disques d'équilibrage, les bagues de centrage, les ventilateurs ou les coupelles.

Pour une utilisation prévue avec un dispositif de protection ampèremétrique pour éviter de dépasser la température limite, le rapport du courant de démarrage I_A/I_N et la durée t_E doivent être déterminés et marqués.

La durée t_E doit être suffisante pour que, lorsque la machine cale, elle puisse être déconnectée par le dispositif de protection ampèremétrique avant que la durée t_E ne soit écoulée. En général, c'est le cas lorsque la durée dépasse les valeurs minimales de t_E indiquées à la figure 3 en fonction du rapport du courant de démarrage I_A/I_N . Les valeurs de durée t_E inférieures aux valeurs de la figure 3 ne sont admises qu'en utilisant un dispositif de protection adapté aux surcharges de la machine et dont l'efficacité est démontrée par des essais. Ce dispositif doit être identifié par un marquage sur la machine.

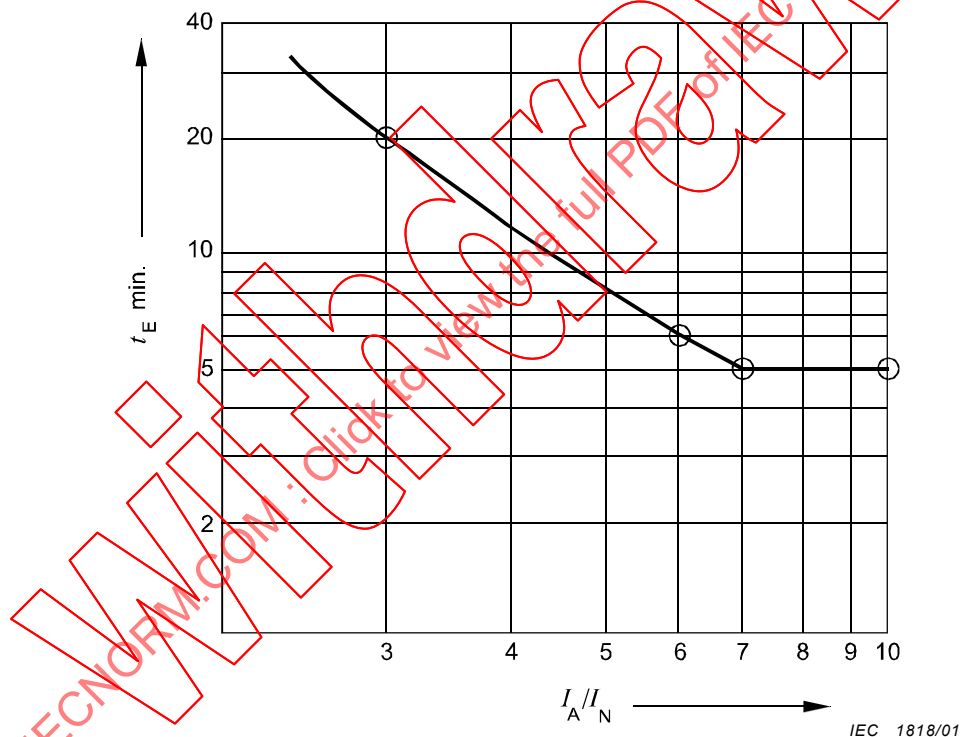


Figure 3 – Valeurs minimales de la durée t_E des moteurs en fonction du rapport du courant de démarrage I_A/I_N

En aucun cas:

- la valeur de la durée t_E ne doit être inférieure à 5 s en utilisant un dispositif de protection ampèremétrique;
- la valeur du rapport du courant de démarrage I_A/I_N ne doit dépasser 10.

5.2.4.4 The limiting temperature of the rotor shall not be exceeded even during starting. The limiting temperature is the lesser of 300 °C or the value specified in 4.8.

NOTE Parts in the leakage flux path may need to be non-magnetic or insulated, otherwise their temperatures may exceed those of the rotor bars under stall conditions. Examples of such parts may include retaining rings, balance disks, centring rings, fans or air shrouds.

When intended for use with a current-dependent device to protect against exceeding the limiting temperature, the starting current ratio I_A/I_N and the time t_E shall be determined and marked.

The length of time t_E shall be such that, when the machine is stalled, it can be disconnected by the current-dependent protective device before time t_E has elapsed. In general, this is possible if the minimum values for t_E given in figure 3 as a function of the starting current ratio I_A/I_N are exceeded. Values of time t_E below the values in figure 3 are permissible only if a suitable overload protective device is used for the machine and it is shown to be effective by test. This device shall be identified by marking on the machine.

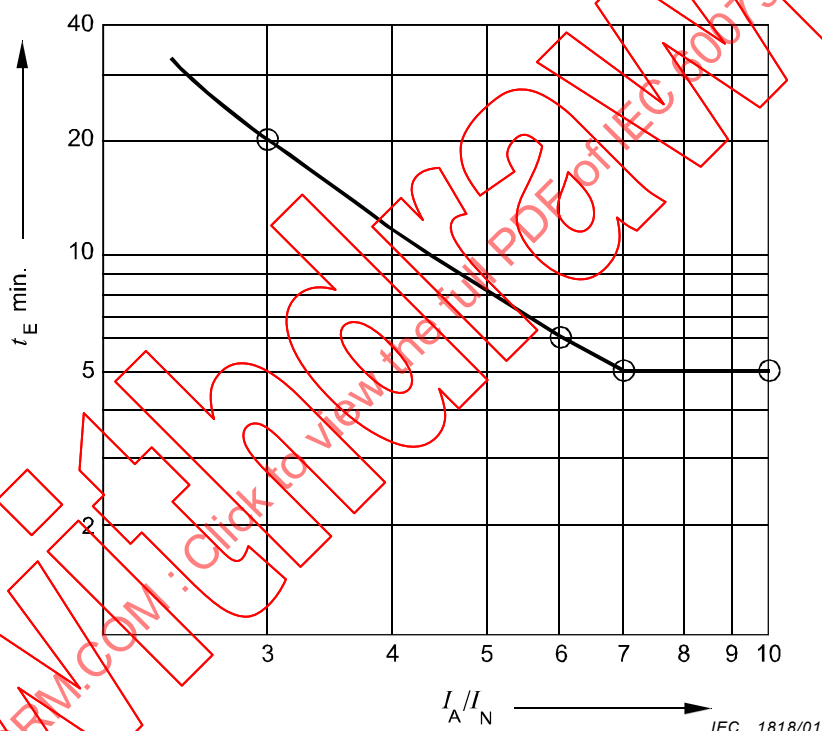


Figure 3 – Minimum values of the time t_E of motors in relation to the starting current ratio I_A/I_N

In no case:

- shall the value of time t_E be less than 5 s when using a current-dependent protective device;
- shall the value of the starting current ratio I_A/I_N exceed 10.

5.2.4.5 Pour une utilisation prévue avec des capteurs de température des enroulements associés à des dispositifs de protection contre des températures non admissibles, le rapport du courant de démarrage I_A/I_N doit être déterminé et marqué. Il n'est pas nécessaire que la durée t_E soit déterminée et marquée. Les capteurs de température des enroulements associés à des dispositifs protecteurs doivent être considérés comme adéquats pour la protection thermique de la machine si les prescriptions de 4.8.4 sont satisfaites même en cas de calage. Les dispositifs de protection associés doivent être identifiés par marquage sur la machine.

En aucun cas, la valeur du rapport du courant de démarrage I_A/I_N ne doit être supérieure à 10.

5.2.4.6 Les moteurs alimentés sous fréquence et tension variables par un convertisseur doivent être soumis à un essai et certifiés pour ce service en même temps que le convertisseur selon ses spécifications dans les documents descriptifs conformément à 23.2 de la CEI 60079-0. L'essai doit être effectué avec les dispositifs de protection fournis ou il doit être évalué conformément 5.2.4.7.

NOTE Des informations supplémentaires sur l'application de moteurs alimentés par convertisseur sont données dans la CEI 60034-17. Les points majeurs comprennent les effets d'une température excessive, d'une fréquence élevée et d'une surtension, ainsi que les courants porteurs.

5.2.4.7 Des informations sur la protection thermique en service des moteurs à cage par des dispositifs de protection contre les surcharges sont données dans l'annexe C. Il convient de tenir compte de l'annexe C dans la mesure où elle s'applique aux moteurs alimentés par un convertisseur.

5.2.5 Prescriptions relatives aux enroulements

Pour les enroulements polyphasés assignés à 200 V ou plus, une isolation de phase supplémentaire (en plus du vernis) doit être prévue entre les phases des enroulements aléatoires.

Pour les enroulements d'une valeur $< 1\,000$ V, les exigences pour l'imprégnation du noyau doivent être ou bien celles du 4.7.2 ou bien celles applicables aux enroulements d'une valeur $> 1\,000$ V.

Pour les enroulements d'une valeur $> 1\,000$ V, les bobines doivent être des systèmes d'isolation enroulés et imprégnés sous pression à vide ou des systèmes riches en résines.

5.2.6 Conducteurs à liaison équipotentielle pour machines tournantes avec enveloppes à sections multiples

NOTE Des champs magnétiques vagabonds peuvent provoquer des courants significatifs circulant dans les enveloppes de plus grandes machines tournantes électriques, en particulier lors du démarrage des moteurs. Il est particulièrement important d'éviter des étincelles qui résulteraient de l'interruption intermittente de ces courants.

5.2.6.1 En fonction de la conception et des caractéristiques assignées de la machine, le constructeur doit spécifier la section transversale et la construction des conducteurs à liaison équipotentielle qui doivent être montés sur les joints de l'enveloppe, en position symétrique par rapport à l'axe de l'arbre.

5.2.6.2 Les liaisons doivent être protégées contre la corrosion et le desserrage conformément à 15.5 de la CEI 60079-0.

5.2.6.3 Les conducteurs à liaison doivent être tels qu'ils ne conduisent qu'à travers leurs points de connexion désignés et non par l'un quelconque des joints isolés au moment du démarrage du moteur. Une attention particulière doit être accordée aux conducteurs souples nus proches des pièces métallisées.

5.2.4.5 When intended for use with winding temperature sensors associated with protective devices to protect against the occurrence of non-permissible temperatures, the starting current ratio I_A/I_N shall be determined and marked. Time t_E is not required to be determined and marked. Winding temperature sensors associated with protective devices shall be considered adequate for the thermal protection of the machine if the requirements of 4.8.4 are satisfied even when it is stalled. The associated protective devices shall be identified by marking on the machine.

In no case shall the value of the starting current ratio I_A/I_N be more than 10.

5.2.4.6 Motors supplied at varying frequency and voltage by a converter shall be tested and certified for this duty as a unit in association with converter specifications as detailed in the descriptive documents according to 23.2 of IEC 60079-0. The test shall be performed with the protective device provided or shall be evaluated in accordance with 5.2.4.7.

NOTE Additional information on the application of converter-fed motors can be found in IEC 60034-17. Major concerns include over-temperature, high frequency and overvoltage effects as well as bearing currents.

5.2.4.7 Information on the thermal protection in service of cage motors by overload protective devices is given in annex C. Annex C should be taken into account as far as applicable for motors supplied by a converter.

5.2.5 Winding requirements

For polyphase windings rated 200 V or higher, supplemental phase insulation (in addition to varnish) shall be provided between the phases of random windings.

For windings rated <1 000 V, the requirements for coil impregnation shall be either those of 4.7.2 or those applying for windings rated >1 000 V.

For windings rated >1 000 V, coils shall be from a form-wound and vacuum pressure impregnated (VPI) insulation system or a resin-rich insulation system.

5.2.6 Equipotential bonding conductors for rotating machines with multi-section enclosures

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.

5.2.6.1 According to 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.

5.2.6.2 The bonds shall be protected against corrosion and loosening in accordance with 15.5 of 60079-0.

5.2.6.3 Bonding conductors shall be such that they will only conduct through their designed connection points and not through any insulated joints at time of motor starting. Particular care shall be taken with bare flexible conductors in close proximity to the bonded parts.

5.2.6.4 Les conducteurs à liaison ne sont pas nécessaires lorsque l'isolation empêche les courants bouclés de passer. Cependant, des dispositions doivent être prises pour une mise à la terre correcte des pièces conductrices exposées isolées. L'isolation entre ces pièces doit pouvoir résister à un essai d'une valeur efficace de 100 V pendant 1 min.

5.2.7 Garnitures d'étanchéité des arbres

Les garnitures d'étanchéité des arbres doivent être en un matériau non susceptible d'étincelles, par exemple, laiton au plomb, alliages d'aluminium ou plastique.

5.2.8 Eléments de raccordement des enroulements de stator

Les éléments de raccordement des enroulements de stator ne doivent pas dépasser la température limite (voir 4.6) avec un courant de démarrage I_A appliqué pendant une durée t_E .

5.2.9 Evaluation et essai représentatif des machines à tension élevée

5.2.9.1 Généralités

5.2.9.1.1 Toutes les machines avec une tension assignée >1 kV doivent être évaluées selon 5.2.9.2 et, lorsque nécessaire, soumises à des essais conformément à 6.2.3.

5.2.9.1.2 Lorsque des essais sont nécessaires dans un mélange de gaz explosifs, ils doivent être effectués conformément à 6.2.3.1.

5.2.9.1.3 Tous les essais et toutes les évaluations doivent être effectués sur des machines, des composants ou des modèles d'essais à l'état neuf.

5.2.9.1.4 Le marquage des machines électriques tournantes à tension élevée doit comprendre le signe «X», conformément à 27.2 i) de la CEI 60079-0, et les informations appropriées doivent être fournies concernant la fréquence de démarrage autorisée, la durée recommandée entre les révisions majeures (démontage et nettoyage) et les conditions environnementales prévues.

5.2.9.2 Système d'isolation des enroulements de stator

Les essais de type conformément à 6.2.3.1 doivent être effectués pour les systèmes d'isolation des machines avec tension assignée de 6 kV et plus.

Si le total des facteurs déterminés au tableau 5 est supérieur à 6, des radiateurs soufflants contre la condensation doivent être utilisés et la machine doit être construite pour permettre des mesures spéciales afin d'assurer que son enveloppe ne contient pas d'atmosphère gazeuse explosive au moment du démarrage. Le marquage de la machine doit comprendre le signe «X», conformément à i) de 27.2 de la CEI 60079-0, et le certificat doit spécifier les mesures spéciales à utiliser.

NOTE Des mesures spéciales qui peuvent être appliquées comprennent une ventilation avant démarrage ou l'application d'une détection fixe des gaz à l'intérieur de l'enveloppe de la machine. D'autres méthodes peuvent être appliquées avec l'accord du constructeur, de la station d'essais et de l'utilisateur, le cas échéant.

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

5.2.7 Shaft seals

Shaft seals shall be of non-sparking material, for example, leaded brass, aluminium alloys or plastics.

5.2.8 Stator winding terminals

Stator winding terminals shall not exceed the limiting temperature (see 4.6) with starting current I_A applied for a time period of t_E .

5.2.9 Assessment and representative testing of high-voltage machines

5.2.9.1 General

5.2.9.1.1 All machines with a rated voltage >1 kV shall be assessed according to 5.2.9.2 and, where required, tested according to 6.2.3.

5.2.9.1.2 Where testing in an explosive gas mixture is required, the tests shall be conducted in accordance with 6.2.3.1.

5.2.9.1.3 All tests or assessments shall be carried out on machines, components or test models in an "as new" condition.

5.2.9.1.4 The marking of high-voltage rotating electrical machines shall include the sign "X", in accordance with 27.2 i) of IEC 60079-0 and appropriate information shall be provided regarding the permitted starting frequency, the recommended time between major overhauls (disassembly and cleaning) and the intended environmental conditions.

5.2.9.2 Stator winding insulation system

Type tests in accordance with 6.2.3.1 shall be conducted for insulation systems of machines with rated voltage of 6 kV and above.

If the total sum of the factors determined by table 5 is greater than 6, anti-condensation space heaters shall be employed and the machine shall be constructed to allow special measures to be employed to ensure that its enclosure does not contain an explosive gas atmosphere at the time of starting. The machine marking shall include the sign "X", in accordance with i) of 27.2 of IEC 60079-0, and the certificate shall specify the special measures to be employed.

NOTE Special measures that can be applied include pre-start ventilation or the application of fixed gas detection inside the machine enclosure. Other methods may be applied with the agreement of the manufacturer, testing station, and the user, as appropriate.

**Tableau 5 – Evaluation des risques potentiels de décharge des enroulements de stator
– Facteurs de risque d'allumage**

Caractéristique	Valeur	Facteur
Tension assignée	> 6,6 kV à 11 kV	4
	> 3,3 kV à 6,6 kV	2
	> 1 kV à 3,3 kV	0
Fréquence moyenne des démarrages en service	> 1 / heure	3
	> 1 / jour	2
	> 1 / semaine	1
	< 1 / semaine	0
Intervalle entre contrôles détaillés (voir CEI 60079-17, tableau 1, type D)	> 10 ans	3
	> 5 à 10 ans	2
	> 2 à 5 ans	1
	< 2 ans	0
Degré de protection (Code IP)	< IP44 ^a	3
	IP44 et IP54	2
	IP55	1
	> IP55	0
Conditions environnementales	Très sale et humide ^b	4
	Extérieur côtier	3
	Extérieur, autre	2
	Extérieur, propre	1
	Intérieur, propre et sec	0
^a Uniquement dans des environnements propres et avec entretien régulier par du personnel qualifié, voir 5.2.1		
^b Les lieux «très sales et humides» comprennent ceux qui peuvent faire l'objet de système d'arrosage ou se trouvent sur le pont des stations offshore.		

5.3 Luminaires raccordés à un réseau

NOTE 1 Ce paragraphe ne donne pas de prescriptions pour les lampes à signaux et petites lampes similaires (voir 5.10).

NOTE 2 Pour limiter l'échauffement d'un conducteur neutre, il convient de limiter les courants harmoniques de troisième ordre attirés par le luminaire à 30 % du courant de fréquence fondamentale.

5.3.1 La source lumineuse doit être l'une des sources ci-après:

- lampes fluorescentes à cathode froide, sans dispositif d'amorçage et à culots unipolaires (Fa6) conformément à la CEI 60061-1;
- lampes tubulaires à fluorescence à culots bipolaires avec culots G5 ou G13, conformément à la CEI 61195. Les pôles doivent être en laiton. Les douilles et embases doivent être conformes à 5.3.7. Ces lampes doivent être connectées dans un circuit dans lequel elles démarrent et fonctionnent sans préchauffage des cathodes;
- lampes à filament de tungstène pour l'éclairage général conformes à la CEI 60064 et à la CEI 60432-1;
- autres lampes pour lesquelles il n'y a pas de danger, après rupture de l'ampoule, que des pièces de la source lumineuse puissent atteindre une température supérieure à la température limite.

Table 5 – Potential stator winding discharge risk assessment – Ignition risk factors

Characteristic	Value	Factor
Rated voltage	> 6,6 kV to 11 kV	4
	> 3,3 kV to 6,6 kV	2
	> 1 kV to 3,3 kV	0
Average starting frequency in service	> 1 / hour	3
	> 1 / day	2
	> 1 / week	1
	< 1 / week	0
Time between detailed inspections (see IEC 60079-17, table 1, type D)	> 10 years	3
	> 5 to 10 years	2
	> 2 to 5 years	1
	< 2 years	0
Degree of protection (IP Code)	< IP44 ^a	3
	IP44 and IP54	2
	IP55	1
	> IP55	0
Environmental conditions	Very dirty and wet ^b	4
	Coastal outdoor	3
	Other outdoor	2
	Clean outdoor	1
	Clean and dry indoor	0
Only in clean environments and regularly serviced by trained personnel, see 5.2.1. "Very dirty and wet" locations include those that may be subjected to deluge systems or comprise open deck on offshore locations.		

5.3 Luminaires designed for mains supply

NOTE 1 This subclause does not give requirements for signal and similar small lamps (see 5.10).

NOTE 2 To limit heating of a neutral conductor, third order harmonic currents drawn by the luminaire should be limited to 30 % of the fundamental frequency current.

5.3.1 The light source shall be one of the following:

- fluorescent lamps of the cold starting type with single-pin caps (Fa6) in accordance with IEC 60061-1;
- tubular fluorescent bi-pin lamps with G5 or G13 lamp caps according to IEC 61195. Pins shall be made of brass. Lampholders and sockets shall comply with 5.3.7. Such lamps shall be connected in a circuit in which they start and run without preheating of the cathodes;
- tungsten filament lamps for general lighting service in accordance with IEC 60064 and IEC 60432-1;
- other lamps for which there is no danger that, after breaking of the bulb, parts of the light source may have a higher temperature than the limiting temperature.

5.3.2 Pour les luminaires à tubes fluorescents, la distance entre la lampe et le verre de protection ne doit pas être inférieure à 5 mm, à moins que le verre de protection ne soit un tube extérieur, auquel cas la distance minimale est de 2 mm.

Pour les autres luminaires, la distance entre la lampe et le verre de protection ne doit pas être inférieure aux valeurs prescrites dans le tableau 6 en fonction de la puissance de la lampe.

Tableau 6 – Distance minimale entre la lampe et le verre protecteur

Puissance de la lampe, P W	Distance minimale mm
$P \leq 60$	3
$60 < P \leq 100$	5
$100 < P \leq 200$	10
$200 < P \leq 500$	20
$500 < P$	30

5.3.3 Douilles et culots de lampe

5.3.3.1 Douilles à vis et culots de lampe

5.3.3.1.1 Les douilles à vis ainsi que les culots de lampe doivent être conformes

- aux prescriptions de 5.3.3.2.1, ou bien
- le contact électrique entre la douille et le culot de la lampe doit être tel qu'à l'insertion ou au retrait du culot de la lampe, le passage ou la coupure du courant se produise uniquement dans une enveloppe séparée conforme aux prescriptions d'essai et de construction pour le groupe I ou le groupe IIC de la CEI 60079-1 selon le cas.

5.3.3.1.2 Les douilles à vis doivent empêcher l'auto-desserrage ultérieur de la lampe. Pour les culots de lampe autres que E10, cela doit se faire conformément à l'essai mécanique de 6.3.1.

NOTE Il convient que la partie filetée de la douille soit en un matériau résistant à la corrosion dans des conditions probables de service.

5.3.3.1.3 Au moment de la séparation du contact pendant le dévissage de la lampe, au moins deux filets complets doivent être engagés.

5.3.3.1.4 Il n'est pas nécessaire que les lampes avec culots à vis soient conformes aux prescriptions de 4.4 et de 4.5.2 si elles sont conformes aux prescriptions minimales des lignes de fuite et de distances d'isolement du tableau 7.

Tableau 7 – Lignes de fuite et distances d'isolement pour culots de lampe à vis

Tension de service, U V	Ligne de fuite et distance d'isolement Mm
$U \leq 60$	2
$60 < U \leq 250$	3

Le matériau isolant du culot de la lampe doit être conforme au groupe I de matériau du tableau 2.

5.3.2 For fluorescent tubes, the distance between the lamp and a protective cover shall be not less than 5 mm unless the protective cover is an outer tube, in which case the minimum distance is 2 mm.

For other lamps, the distance between the lamp and the protective cover shall be not less than the value given in table 6, according to the lamp wattage.

Table 6 – Minimum distance between lamp and protective cover

Lamp wattage, P W	Minimum distance mm
$P \leq 60$	3
$60 < P \leq 100$	5
$100 < P \leq 200$	10
$200 < P \leq 500$	20
$500 < P$	30

5.3.3 Lampholders and lamp caps

5.3.3.1 Screw lampholders and lamp caps

5.3.3.1.1 Screw lampholders together with the appropriate lamp caps shall comply with

- the requirements of 5.3.3.2.1, or
- the electrical contact between the lampholder and the lamp cap shall be such that on insertion or removal of the lamp cap, the making or breaking of the current occurs only in a separate enclosure complying with the constructional and test requirements of apparatus group I or apparatus group IIC of IEC 60079-1, as appropriate.

5.3.3.1.2 Screw lampholders shall prevent self loosening of the lamp after insertion. For lamp caps other than E10, this shall be shown by meeting the mechanical test of 6.3.1.

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

5.3.3.1.3 At the moment of contact separation during unscrewing of the lamp, at least two complete threads shall be engaged.

5.3.3.1.4 Lamps with screw caps need not comply with the requirements of 4.4 and 4.5.2 if they comply with the minimum requirements for creepage distances and clearances in table 7.

Table 7 – Creepage distances and clearances for screw lamp caps

Working voltage, U V	Creepage distance and clearance mm
$U \leq 60$	2
$60 < U \leq 250$	3

The insulating material of the lamp cap shall comply with material group I in table 2.

5.3.3.2 Autres douilles et culots de lampe

5.3.3.2.1 L'enveloppe formée par la douille et le culot de la lampe, lorsqu'ils sont insérés et au moment de l'ouverture ou de la fermeture du contact électrique, doit être conforme aux prescriptions de l'essai pour la non-transmission d'un allumage interne de la CEI 60079-1 pour le groupe I ou le groupe IIC selon le cas.

NOTE Les douilles et les culots de lampe, qui ensemble une fois montés sont conformes à l'un des types de protection normalisés de l'article 1 de la CEI 60079-0 sont eux aussi admis.

5.3.3.2.2 Les douilles pour les lampes tubulaires à fluorescence doivent être conformes aux prescriptions dimensionnelles de la fiche technique Fa6 de la CEI 60061-2 ou à G5 ou G13 de la CEI 60400.

5.3.3.2.3 Pour d'autres douilles utilisées avec des lampes ayant des culots cylindriques, la largeur du joint entre la douille et le culot doit être d'au moins 10 mm au moment de l'ouverture ou de la fermeture du contact.

5.3.3.3 Prescriptions relatives au contact électrique entre la douille et le culot

5.3.3.3.1 Le contact électrique au culot de la lampe doit être effectué:

- a) dans le cas de culots à vis
 - au contact inférieur du culot de la lampe par le biais d'éléments de contacts souples ou à ressort ayant une force d'au moins 15 N, et
 - au culot de la lampe par au moins deux filets ou par un ou plusieurs éléments à ressort avec une force de contact totale d'au moins 30 N;
- b) dans le cas de culots à pôles cylindriques par des éléments à ressort ayant une force de contact d'au moins 10 N;
- c) dans le cas de culots cylindriques embrochables, dans lesquels la conception ne doit pas permettre d'étincelle électrique dans le joint ou à l'extérieur entre le culot et la douille, par des éléments à ressort ayant une force de contact d'au moins 10 N;
- d) dans le cas de culots dans lesquels au retrait de la douille respective, le circuit est interrompu dans une enveloppe étanche aux flammes séparée (conforme à la CEI 60079-1), de telle sorte que la force de contact exercée par les éléments à ressort sur les culots ne soit pas inférieure à 7,5 N au moment de l'interruption du circuit.

5.3.3.3.2 Les valeurs minimales ci-dessus prescrites pour la force de contact s'appliquent à la lampe montée sur la douille et prête à l'emploi.

NOTE L'échauffement et d'autres effets attendus pendant le service n'affectent généralement pas de façon significative la force des éléments de contact.

5.3.4 Les températures maximales de surface prescrites par l'article 5 de la CEI 60079-0 peuvent être dépassées lorsque la température maximale de surface de la lampe, à l'intérieur du luminaire, est inférieure d'au moins 50 K à la température la plus basse d'inflammation, à l'intérieur du luminaire, de l'atmosphère explosible pour laquelle le luminaire est prévu, déterminée au cours d'essais effectués dans les conditions d'utilisation les plus défavorables. Cette dérogation n'est valable que pour les atmosphères gazeuses indiquées dans le certificat et pour lesquelles ces essais ont donné lieu à des résultats satisfaisants.

NOTE Les mesures effectuées sur des luminaires existants ont montré que les températures d'inflammation présentes à l'intérieur de ces luminaires étaient beaucoup plus élevées que celles qui sont indiquées dans la CEI 60079-4.

5.3.3.2 Other lampholders and lamp caps

5.3.3.2.1 The enclosure formed by the lampholder and the lamp cap, both when inserted and at the moment of making or breaking of the electrical contact, shall comply with the test requirements for non-transmission of an internal ignition of IEC 60079-1 for apparatus group I or apparatus group IIC, as appropriate.

NOTE Lampholders and lamp caps, which together after mounting comply with one of the standard types of protection in clause 1 of IEC 60079-0 are also permitted.

5.3.3.2.2 Lampholders for tubular fluorescent lamps shall comply with the dimensional requirements of data sheet Fa6 of IEC 60061-2 or with G5 or G13 of IEC 60400.

5.3.3.2.3 For other lampholders used with lamps having cylindrical caps, the width of the joint between the lampholder and the cap shall, at the moment of making or breaking of contact, be at least 10 mm.

5.3.3.3 Requirements for electrical contact between the lampholder and lamp cap

5.3.3.3.1 The electrical contact to the lamp cap shall be effected:

- a) in the case of screw caps
 - to the bottom contact of the lamp cap through resilient or spring contact elements with a force of at least 15 N, and
 - to the lamp cap through at least two threads or through one or more spring elements with a total contact force of at least 30 N;
- b) in the case of cylindrical pin caps through spring elements having a contact force of at least 10 N;
- c) in the case of cylindrical plug-in caps, where the design shall not allow electrical sparking in or external to the joint between the cap and holder, through spring elements having a contact force of at least 10 N;
- d) in the case of caps where, on removal from the respective lampholder, the circuit is interrupted in a separate flameproof enclosure (complying with IEC 60079-1) in such a way that the contact force exerted by the spring elements on the caps is not less than 7,5 N at the moment of circuit interruption.

5.3.3.3.2 The above minimum values prescribed for the contact force apply with the lamp fitted to the holder and ready for use.

NOTE The force of the contact elements should not be affected significantly by heating and other effects to be expected during operation.

5.3.4 The maximum surface temperature prescribed by clause 5 of IEC 60079-0 may be exceeded when the highest surface temperature of the lamp inside the luminaire is at least 50 K below the lowest temperature of ignition inside the luminaire of the potentially explosive atmosphere for which the luminaire is intended, as determined by tests made under the most unfavourable conditions of use. This dispensation is only valid for the gas atmospheres indicated on the certificate, these being those for which the tests have given satisfactory results.

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

5.3.5 La température atteinte par la bague de culot de la lampe et par son plot de contact ne doit pas dépasser la température limite. La température limite est de 195 °C ou la valeur spécifiée en 4.8, si elle est inférieure.

5.3.6 La température limite des ballasts pour lampes ne doit pas être dépassée même en cas de vieillissement des lampes. Noter en particulier l'effet redresseur observé sur les lampes tubulaires à fluorescence, pour lesquelles l'essai de type est donné en 6.3.2.

5.3.7 Les luminaires pour lampes tubulaires bipolaires à fluorescence doivent en outre être conformes aux prescriptions qui suivent.

5.3.7.1 Les douilles pour les lampes bipolaires doivent être conformes aux prescriptions suivantes quand elles sont montées dans le luminaire.

5.3.7.1.1 Les dimensions mécaniques et les conditions de montage dans le luminaire doivent tenir compte des valeurs mécaniques et des tolérances spécifiées pour la lampe dans la CEI 60061-1, la CEI 61195 et la CEI 60400.

5.3.7.1.2 La douille doit être conforme aux prescriptions, pour G5 ou G13, de la CEI 60400.

5.3.7.1.3 Les deux pôles sur chaque culot de lampe doivent être connectés en parallèle, soit dans la douille, soit directement adjacents au câblage du luminaire. La capacité porteuse de courant de chaque connexion unipolaire doit être assignée pour l'ensemble du courant de la lampe, pour atteindre la redondance.

5.3.7.1.4 Le matériau isolant de la douille doit être conforme aux prescriptions pour les matériaux non métalliques de l'article 7 de la CEI 60079-0.

5.3.7.2 Si une tension accrue est utilisée pour initier la décharge dans la lampe (par exemple à partir d'un démarreur/déclencheur électronique), la valeur de crête de cette tension divisée par $\sqrt{2}$ doit être utilisée pour déterminer la valeur efficace utilisée dans le tableau 1. La bague du tube de lampe doit être estimée être au potentiel électrique des pôles.

Si un dispositif à l'intérieur du ballast électronique assure que les impulsions de démarrage seront arrêtées après une durée maximale de 5 s et qu'une remise à zéro n'est possible qu'après avoir coupé l'alimentation du luminaire, le facteur $\sqrt{2}$ peut être augmentée à 2,3.

5.3.7.3 Les valeurs maximales pour le couple et/ou la force à chaque extrémité de la lampe se produisant lors du montage ou du démontage de la lampe dans le luminaire ne doivent pas être égales à plus de 50 % des valeurs limites pour les lampes non utilisées qui peuvent être appliquées aux pôles de la lampe spécifiée au tableau 1 de la CEI 61195.

5.3.7.4 Le contact électrique entre chaque pôle de la lampe et la douille doit être fiable même dans des conditions de corrosion et de vibration. Les essais de type sont donnés en 6.3.3 et 6.3.4.

5.3.7.5 Si un interrupteur de sectionnement est prévu conformément à 21.2 de la CEI 60079-0, il doit mettre hors tension chaque douille quand le couvercle de protection est retiré. Quand un tel isolateur est installé:

- a) l'interrupteur doit être un sectionneur conformément à la CEI 60947-1 et à la CEI 60664-1, catégorie III de surtension ou bien la distance de contact au neutre et/ou dans les lignes d'alimentation doit être d'au moins 2,5 mm pour chacun, pour une tension d'alimentation maximale de 300 V (c.c. ou $V_{eff.}$) pour obtenir la distance d'isolement de 2,5 mm, deux distances d'isolement séparées d'au moins 1,25 mm chacune peuvent être additionnées;
- b) les contacts doivent s'ouvrir au retrait du couvercle protecteur du luminaire;

5.3.5 The temperature at the rim of the lamp cap and at the soldering point of the lamp cap shall not exceed the limiting temperature. The limiting temperature is the lesser of 195 °C or the value specified in 4.8.

5.3.6 The limiting temperature of ballasts for lamps shall not be exceeded even in the case of ageing lamps. Note particularly the rectifier effect observed on tubular fluorescent lamps, for which the type test is given in 6.3.2.

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

5.3.7.1 Lampholders for bi-pin lamps shall comply with the following requirements when mounted in the luminaire.

5.3.7.1.1 The mechanical dimensions and the mounting conditions in the luminaire shall take into account the mechanical values and the tolerances specified for the lamp in IEC 60061-1, IEC 61195 and IEC 60400.

5.3.7.1.2 The lampholder shall comply with the requirements for G5 or G13 in IEC 60400.

5.3.7.1.3 The two pins on each lamp cap shall be connected in parallel, either within the lampholder, or directly adjacent within the luminaire wiring. The current-carrying capacity of each single pin connection shall be rated for the whole current of the lamp, to achieve redundancy.

5.3.7.1.4 The insulating material of the lampholder shall comply with the requirements for non-metallic materials in clause 7 of IEC 60079-0.

5.3.7.2 If an enhanced voltage is used to initiate discharge within the lamp (for example from an electronic starter/ignitor), the peak value of that voltage divided by $\sqrt{2}$ shall be used to determine the r.m.s. value used in table 1. The metal ring of the lamp tube shall be assumed to be at the electrical potential of pins.

If a device within the electronic ballast ensures that starting impulses will be stopped after a maximum time period of 5 s and that a reset is only possible after switching off the supply of the luminaire, then the factor $\sqrt{2}$ may be increased to 2,3.

5.3.7.3 The maximum values for torque and/or force at each end of the lamp occurring when fitting or removing the lamp in the luminaire shall be not more than 50 % of the limit values for unused lamps that may be applied to the pins of the lamp specified in table 1 of IEC 61195.

5.3.7.4 The electrical contact between each pin of the lamp and the lampholder shall be reliable even under corrosion and vibration conditions. The type tests are given in 6.3.3 and 6.3.4.

5.3.7.5 If an isolation switch is provided in accordance with 21.2 of IEC 60079-0, it shall de-energize each lampholder when the protective cover is removed. When such an isolation switch is provided:

- a) the switch shall be an isolator in accordance with IEC 60947-1 and IEC 60664-1, overvoltage category III, or the contact clearance in the neutral and/or the supply lines shall be at least 2,5 mm each for a maximum supply voltage of 300 V (d.c. or r.m.s.) to achieve the clearance of 2,5 mm, two separate clearances of at least 1,25 mm each may be added together;
- b) the contacts shall open upon removal of the protective cover of the luminaire;

- c) l'interrupteur et son fonctionnement ne doivent pas pouvoir être facilement neutralisés sans outil;

NOTE Une solution peut être une protection IP 2X conformément à la CEI 60529 de la partie opérante de l'interrupteur. Une autre solution peut être que l'interrupteur puisse être fermé (après fonctionnement) uniquement au moyen d'un outil.

- d) l'interrupteur doit être protégé à l'aide d'un mode de protection convenable.

5.4 Lampes portables à source d'alimentation autonome pour applications du groupe II

La lampe doit être protégée contre les dommages mécaniques par un verre de protection. La distance entre ce verre de protection et la lampe doit être d'au moins 1 mm lorsque cette dernière est convenablement insérée dans un logement. En variante, la lampe peut être insérée dans une douille à ressort et être en contact avec le verre de protection, auquel cas le déplacement du ressort doit être d'au moins 3 mm. Le verre de protection doit être

- a) protégé par une grille, ou
- b) si sa surface ne dépasse pas 50 cm^2 , protégé par un bourrelet saillant d'une hauteur minimale de 2 mm, ou
- c) si sa surface dépasse 50 cm^2 , capable de résister aux essais mécaniques spécifiées pour les dispositifs de protection et les capots de protection des ventilateurs décrits en 23.4.3.1 de la CEI 60079-0.

Les dispositifs de coupure placés dans le circuit de la lampe qui produisent des étincelles ou des arcs en service normal, y compris les dispositifs tels que les contacts à lame souple, dans lesquels les étincelles ou les arcs se produisent dans des enveloppes hermétiques, doivent soit être munis d'un dispositif de verrouillage électrique ou mécanique afin d'empêcher la séparation du contact dans l'emplacement dangereux, soit être protégés par un des modes de protection normalisés cités dans la CEI 60079-0.

5.5 Appareils de mesure et transformateurs de mesure

5.5.1 Les appareils de mesure et les transformateurs de mesure doivent pouvoir supporter en permanence 1,2 fois leur courant assigné et/ou leur tension assignée, suivant les cas, sans dépasser les températures limites conformément à 4.8.

5.5.2 Les transformateurs de courant et les pièces porteuses de courant des appareils de mesure (à l'exclusion des circuits de tension) doivent pouvoir résister aux contraintes thermiques et aux efforts électrodynamiques dus à des courants de valeur au moins égale à celle prescrite dans le tableau 8 et cela pendant les durées prescrites en 6.4 sans diminution de leur niveau de sécurité vis-à-vis des explosions.

Tableau 8 – Résistance aux effets des courants de court-circuit

Courant	Transformateur de courant et circuit de courant des appareils de mesure
I_{th}	$\geq 1,1 \times I_{sc}$ (voir 3.14 et note 2)
I_{dyn}	$\geq 1,25 \times 2,5 I_{sc}$ (voir notes 1 et 2)
NOTE 1 $2,5 I_{sc}$ est la valeur de crête maximale du courant de court-circuit.	
NOTE 2 Les facteurs 1,1 et 1,25 sont des facteurs de sécurité. Il s'ensuit que la valeur efficace du courant de court-circuit admissible en service ne peut pas dépasser $I_{th}/1,1$ et que sa valeur de crête ne peut pas dépasser $I_{dyn}/1,25$.	

5.5.3 La température atteinte sous l'intensité d'un courant de court-circuit thermique assigné I_{th} ne doit pas dépasser la température limite prescrite en 4.8 et en aucun cas excédée 200 °C.

- c) the switch and its operation shall not be capable of being readily defeated without the use of a tool;

NOTE One solution may be IP 2X protection according to IEC 60529 of the operating part of the switch. Another solution may be that the switch can only be closed (after operating) by means of a tool.

- d) the switch shall be protected using a suitable type of protection.

5.4 Portable lights with their own source of supply for group II applications

The lamp shall be protected against mechanical damage by a protective cover. The distance between the protective cover and the lamp when the latter is securely inserted shall be at least 1 mm. Alternatively, the lamp may be held in contact with a spring-loaded lampholder by being in contact with the protective cover, in which case the spring travel shall be at least 3 mm. The protective cover shall be

- a) protected by a guard, or
- b) if not exceeding 50 cm² in area, protected by a protruding rim with a minimum height of 2 mm, or
- c) if exceeding 50 cm² in area, able to withstand the mechanical test requirements specified for guards and fan hoods in 23.4.3.1 of IEC 60079-0.

Switching devices in the lamp circuit which produce sparks or arcs in normal service, including devices such as reed switches where the sparks or arcs are produced in hermetically sealed enclosures, shall either be mechanically or electrically interlocked to prevent contact separation within the hazardous area or they shall be protected by one of the standard types of protection listed in IEC 60079-0.

5.5 Measuring instruments and instrument transformers

5.5.1 Measuring instruments and instrument transformers shall be able to withstand continuously 1,2 times their rated current and/or their rated voltage, as appropriate, without exceeding the limiting temperatures according to 4.8.

5.5.2 Current transformers and the current-carrying parts of measuring instruments (excluding voltage circuits) shall be able to withstand thermal and dynamic stresses resulting from currents equal to at least the values stated in table 8 for the periods as indicated in 6.4 with no reduction in their level of security against explosions.

Table 8 – Resistance to the effect of short-circuit currents

Current	Current transformer and current-carrying parts of measuring instruments
I_{th}	$\geq 1,1 \times I_{SC}$ (see 3.14 and note 2)
I_{dyn}	$\geq 1,25 \times 2,5 I_{SC}$ (see notes 1 and 2)
NOTE 1 2,5 I_{SC} is the maximum peak value of the short-circuit current.	
NOTE 2 Factors 1,1 and 1,25 are safety factors. It follows that the r.m.s. value of the permissible short-circuit current in service may not exceed $I_{th}/1,1$ and its peak value may not exceed $I_{dyn}/1,25$.	

5.5.3 The temperature attained during the passage of a current equal to the rated short-time thermal current I_{th} shall not exceed the limiting temperature specified in 4.8 and in no case shall it exceed 200 °C.

5.5.4 Pour les circuits de courant des appareils de mesure alimentés par des transformateurs de courant, il suffit que les valeurs I_{th} et I_{dyn} soient au moins égales à l'intensité du courant de court-circuit du secondaire du transformateur lorsque le primaire est parcouru par ses propres courants I_{th} et I_{dyn} .

5.5.5 Les appareils de mesure dans lesquels l'équipage mobile comporte un bobinage ne sont pas admis.

5.5.6 Si le circuit secondaire du transformateur de courant s'étend à l'extérieur du matériel, cela doit être marqué par le signe «X» conformément à 27.2 i) de la CEI 60079-0 et les documents descriptifs conformément à 23.2 de la CEI 60079-0 doivent attirer l'attention sur la nécessité d'empêcher le circuit secondaire de passer en circuit ouvert en service.

NOTE Si des transformateurs de courant sont installés, dans des conditions de circuit ouvert, ils peuvent produire des tensions qui sont nettement supérieures aux valeurs nominales de tension des éléments de raccordement employés dans le circuit du transformateur de courant. En fonction des circonstances d'une installation particulière, il peut être approprié de prendre des précautions pour que ne puissent se produire des tensions à circuit ouvert dangereuses. Pour le matériel ayant des transformateurs de courant connectés aux transformateurs correspondant dans l'appareillage (par exemple un système de protection différentiel), il convient de prendre en considération l'effet sur le matériel d'une déconnexion possible de l'un des ensembles de transformateurs.

5.6 Transformateurs autres que les transformateurs de mesure

Les transformateurs, autres que les transformateurs de mesure, pour lesquels les prescriptions sont données en 5.5, doivent être soumis à des essais conformément à 6.5.

5.7 Batteries

5.7.1 Accumulateurs avec capacité supérieure à 25 Ah

5.7.1.1 Généralités

Les accumulateurs doivent être de type au plomb-acide, au fer-nickel ou au nickel-cadmium et être conformes aux prescriptions de la présente norme. Les méthodes d'essai sont données en 6.6.

NOTE La conformité à ces prescriptions ne garantit pas la sécurité durant la charge. Par conséquent, il convient que cette dernière soit faite en dehors de l'emplacement dangereux à moins que d'autres mesures de sécurité ne soient appliquées.

5.7.1.2 Coffres de batteries

5.7.1.2.1 Toutes les surfaces intérieures des coffres de batteries et des couvercles doivent, lorsqu'elles sont constituées de matériaux métalliques, être entièrement revêtues d'un matériau isolant adhérent; pour les couvercles, une peinture appropriée peut être suffisante. Les surfaces intérieures ne doivent pas être altérées par l'action de l'électrolyte.

5.7.1.2.2 Les coffres de batterie y compris les couvercles doivent être conçus pour résister aux contraintes mécaniques auxquelles ils peuvent être soumis au cours de leur utilisation, y compris lors des transports et des manutentions. A cet effet, il peut être nécessaire de prévoir des cloisons dans les coffres.

5.7.1.2.3 Si nécessaire, les coffres de batterie doivent être pourvus de séparations isolantes. Des cloisons peuvent être admises comme séparations isolantes pourvu qu'elles soient construites dans ce but. Les séparations isolantes doivent être aménagées de sorte que dans aucun compartiment n'apparaisse une tension nominale supérieure à 40 V. Les séparations isolantes doivent être construites de sorte que les lignes de fuite ne puissent être réduites en service de façon inadmissible. La hauteur des séparations isolantes ne doit pas être inférieure aux deux tiers de celles des éléments. La méthode indiquée à la figure 2, exemples 2 et 3, ne doit pas être utilisée pour la mesure de cette ligne de fuite.

5.5.4 Where the current-carrying parts of measuring instruments are supplied by current transformers, the values of I_{th} and I_{dyn} need only equal the current flowing in the short-circuited secondary windings of the current transformer with its primary windings carrying the currents I_{th} and I_{dyn} applicable to them.

5.5.5 Measuring instruments with moving coils are not permitted.

5.5.6 If the secondary circuit of the current transformer extends outside the apparatus, this shall be marked with the sign "X" according to 27.2 i) of IEC 60079-0 and the descriptive documents according to 23.2 of IEC 60079-0 shall draw attention to the need to guard against the secondary circuit becoming open-circuited in service.

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

5.6 Transformers other than instrument transformers

Transformers, other than instrument transformers for which the requirements are given in 5.5, shall be tested in accordance with 6.5.

5.7 Batteries

5.7.1 Secondary batteries with capacity greater than 25 Ah

5.7.1.1 General

Secondary batteries shall be of the lead-acid, nickel-iron or nickel-cadmium type and shall comply with the requirements of this standard. The test methods are given in 6.6.

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

5.7.1.2 Battery containers

5.7.1.2.1 All internal surfaces of the battery containers and of the covers, when of metallic material, shall be completely lined with a bonded insulating layer; for covers, a suitable paint can be sufficient. Internal surfaces shall not be adversely affected by the action of the electrolyte.

5.7.1.2.2 Battery containers including covers shall be designed so as to withstand mechanical stress when in use, including that due to transportation and handling. In order to achieve this, it may be necessary to incorporate partition walls in the containers.

5.7.1.2.3 If necessary, battery containers shall be provided with insulating barriers. Partition walls can be accepted as insulating barriers, if suitably constructed. Insulating barriers shall be positioned so as to prevent the development of a nominal voltage exceeding 40 V in any section. The insulating barriers shall be constructed in such a manner that the required creepage distance in service will not be reduced in an inadmissible way. The height of the insulating barriers shall be at least two-thirds the height of the cells. The method indicated in figure 2, examples 2 and 3, shall not be used in the calculations of these creepage distances.

La longueur de la ligne de fuite entre les pôles d'éléments adjacents et entre ces pôles et le coffre de batterie doit être au moins de 35 mm. Au cas où la tension nominale entre éléments adjacents est supérieure à 24 V, la longueur de la ligne de fuite doit être augmentée d'au moins 1 mm par 2 V au-delà de 24 V.

5.7.1.2.4 Les couvercles des coffres de batterie doivent être fixés de sorte que toute ouverture ou tout déplacement intempestif soit évité en service.

Chaque couvercle doit être muni d'une fermeture conforme à 9.1 de la CEI 60079-0.

5.7.1.2.5 Le montage des éléments dans les coffres de batterie doit être réalisé de sorte qu'il n'y ait aucun déplacement significatif en service. Le matériau des supports de bornes ou toute autre pièce incorporée (par exemple, pièces de calage et séparations isolantes) doit être isolant, non poreux, résistant à l'action de l'électrolyte et pas facilement inflammable.

5.7.1.2.6 L'extraction des liquides qui auraient pu s'introduire dans les coffres de batterie sans orifices de vidange doit être possible sans retirer les éléments.

5.7.1.2.7 Les coffres de batterie doivent être munis d'orifices de ventilation suffisants. Contrairement à 4.10, le degré de protection IP 23 conformément à la CEI 60529 est suffisant pour les coffres de batterie.

NOTE La station d'essai peut évaluer la protection contre l'accès aux parties dangereuses et contre les objets étrangers solides et la protection contre l'entrée de l'eau, contrairement à la CEI 60529, sur la base des documents techniques. Si un essai pratique sur IPX3 conformément à la CEI 60529 est effectué et que de l'eau entre dans le coffre de la batterie, l'essai de résistance de l'isolation décrit en 6.6.1 peut être utilisé pour estimer la quantité dommageable.

Ces orifices de ventilation doivent assurer une ventilation suffisante telle que la concentration en hydrogène dans le coffre de batterie pendant l'essai de type de 6.6.4 ne dépasse pas 2 % en volume.

5.7.1.2.8 Les fiches et socles doivent être conformes aux exigences de l'article 20 de la CEI 60079-0. Cela ne s'applique pas aux fiches et socles que l'on peut séparer à l'aide d'un outil et qui portent l'avertissement suivant:

ATTENTION – NE SÉPARER QUE DANS UNE ZONE NON DANGEREUSE

Les fiches positives et négatives des prises de courant unipolaires doivent être non interchangeable.

5.7.1.2.9 La polarité de la batterie et des fiches et socles des prises de courant doit être repérée de manière durable et non ambiguë.

5.7.1.2.10 Tout autre matériel électrique fixé sur ou incorporé dans le coffre de batterie doit être conforme aux prescriptions d'un des modes de protection appropriés.

5.7.1.3 Éléments

5.7.1.3.1 Les couvercles des éléments doivent être scellés aux bacs pour empêcher leur séparation et la fuite de l'électrolyte. Des matériaux facilement inflammables ne doivent pas être admis.

5.7.1.3.2 Les plaques positives et négatives doivent être efficacement calées.

The creepage distance between the poles of adjacent cells and between these poles and the battery container shall be at least 35 mm. Where nominal voltages between adjacent cells of the battery exceed 24 V, these creepage distances shall be increased by at least 1 mm for each 2 V in excess of 24 V.

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

Each cover shall be provided with a fastener complying with 9.1 of IEC 60079-0.

5.7.1.2.5 The cells shall be built into the battery containers in such a way that there is no significant displacement in service. The materials of terminal mountings and other built-in items (for example, packing and insulating barriers) shall be insulating, non-porous, resistant to the action of the electrolyte and not easily ignitable.

5.7.1.2.6 The extraction of liquid which may have entered battery containers without drain holes shall be possible without the removal of the cells.

5.7.1.2.7 Battery containers shall be provided with sufficient ventilation openings. Contrary to 4.10, degree of protection IP23 according to IEC 60529 is sufficient for battery containers.

NOTE The testing station may assess the protection against access to hazardous parts and against solid foreign objects and the protection against ingress of water, contrary to IEC 60529, on the basis of the technical documentation. If a practical test on IPX3 according to IEC 60529 is carried out and if water enters the battery container, then the insulation resistance test as described in 6.6.1 may be used to judge a harmful amount.

The ventilation openings shall provide sufficient ventilation such that the hydrogen concentration in the battery container during the type test of 6.6.4 does not exceed 2 % by volume.

5.7.1.2.8 Plugs and sockets shall comply with the requirements of clause 20 of IEC 60079-0. This does not apply to plugs and sockets which can only be separated with the use of a tool and which bear a warning label:

CAUTION – SEPARATE ONLY IN A NON-HAZARDOUS AREA

Positive and negative plugs of single-pole plugs and sockets shall be non-interchangeable.

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

5.7.1.2.10 Any other electrical apparatus affixed to or incorporated in the battery container shall comply with the requirements for the appropriate type of protection.

5.7.1.3 Cells

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

5.7.1.3.2 The positive and negative plates shall be supported effectively.

5.7.1.3.3 Tout élément nécessitant le maintien du niveau de l'électrolyte doit comporter un dispositif indiquant que le niveau se situe entre les niveaux minimal et maximal admissibles. Des précautions doivent être prises pour qu'une corrosion excessive des queues de plaques et des barrettes soit évitée lorsque l'électrolyte est à son niveau minimal.

5.7.1.3.4 Des espaces suffisants doivent être ménagés dans chaque élément afin de permettre les variations de volume de l'électrolyte sans débordement et aussi pour les dépôts de boue. Ces espaces doivent être en rapport avec la durée de vie présumée de la batterie.

5.7.1.3.5 Les bouchons de remplissage et d'orifices de ventilation doivent être conçus de manière à empêcher, dans les conditions normales d'utilisation, toute éjection d'électrolyte. Ils doivent être placés de manière à être facilement accessibles pour l'entretien.

5.7.1.3.6 Un joint destiné à empêcher toute fuite d'électrolyte doit être prévu entre chaque borne et le couvercle de l'élément.

5.7.1.3.7 Les batteries neuves, complètement chargées et prêtes à l'emploi, doivent présenter une résistance d'isolement d'au moins 1 MΩ entre les parties actives et le coffre de batterie.

NOTE Il convient qu'en service, les batteries présentent une résistance d'isolement d'au moins 50 Ω par volt de tension nominale avec un minimum de 1 000 Ω.

5.7.1.4 Connexions

5.7.1.4.1 Les connexions entre éléments adjacents susceptibles de se déplacer les uns par rapport aux autres ne doivent pas être rigides. Si des connexions entre éléments non rigides sont utilisées, chaque extrémité du conducteur doit

- a) soit être soudée ou brasée sur la borne de l'élément,
- b) soit être sertie dans un embout en cuivre coulé dans la borne de l'élément,
- c) soit être sertie dans une terminaison en cuivre fixée par vissage dans un insert en cuivre implanté dans la borne de l'élément. L'insert peut être en cuivre ou autres matériaux si les propriétés mécaniques, thermiques et électriques de la connexion sont jugées acceptables par l'essai de couple de 23.4.5 de la CEI 60079-0, et qu'elles répondent aux prescriptions de 5.7.1.4.3.

Dans les cas b) et c), le conducteur interéléments doit être en cuivre.

NOTE Bien que le terme «cuivre» soit utilisé en c) ci-dessus, du cuivre allié à une petite quantité d'un autre métal (par exemple du chrome ou du béryllium) est acceptable lorsqu'il est nécessaire d'améliorer les propriétés mécaniques de la connexion (par exemple pour éviter de dénuder des filets de vis dans l'insert en cuivre). Quand de tels alliages sont utilisés, il peut être nécessaire d'augmenter la zone de contact de la connexion entre éléments pour compenser toute diminution de la conductivité électrique provoquée par l'autre métal.

5.7.1.4.2 Pour 5.7.1.4.1 c), les joints filetés doivent être protégés contre l'auto-desserrage.

5.7.1.4.3 Les connexions doivent pouvoir porter le courant prescrit en service sans dépasser la température limite (voir 4.6.1, 4.8.1 et 4.8.2). Lorsque le service ne peut pas être défini, la batterie doit être évaluée au régime de décharge utilisé par le constructeur de la batterie pour en déterminer la capacité. Lorsque des connexions doubles sont utilisées, chaque connexion individuelle doit pouvoir supporter la totalité du courant sans dépasser la température limite.

5.7.1.4.4 Les connexions exposées à l'attaque de l'électrolyte doivent être convenablement protégées; par exemple, pour des batteries au plomb-acide, les connexions non isolées constituées d'un métal autre que le plomb doivent être plombées. Cela ne s'applique pas aux filetages.

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

5.7.1.3.4 In each cell sufficient space shall be provided to prevent the cell overflowing due to expansion of the electrolyte and also for deposition of slurry. These spaces shall be related in volume to the anticipated life of the battery.

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

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

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

NOTE Batteries in service should have an insulation resistance of at least 50 Ω per volt of nominal voltage with a minimum value of 1 000 Ω .

5.7.1.4 Connections

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

- a) welded or soldered into the terminal post, or
- b) crimped into a copper sleeve cast into the terminal post, or
- c) crimped into a copper termination screwed by a threaded fastening to an insert cast into the cell terminal post. The insert may be copper or other materials if the mechanical and thermal/electrical properties of the connection are found acceptable by the torque test of 23.4.5 of IEC 60079-0, and by satisfying the requirements of 5.7.1.4.3.

In cases b) and c) the intercell connector shall be copper.

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

5.7.1.4.2 In 5.7.1.4.1 c), threaded joints shall be prevented from loosening.

5.7.1.4.3 The connectors shall be able to carry the current required for the duty without exceeding the limiting temperature (see 4.6.1, 4.8.1 and 4.8.2). Where the duty cannot be defined, the battery shall be assessed at the discharge rate used by the battery manufacturer to determine the battery capacity. Where double connectors are used, each single connector shall be capable of carrying the total current without exceeding the limiting temperature.

5.7.1.4.4 All connectors exposed to attack by the electrolyte shall be suitably protected; for example, for lead-acid batteries, non-insulated connectors of metals other than lead shall be lead-coated. This does not apply to screw threads.

5.7.1.4.5 Les parties actives doivent comporter une protection isolante pour éviter tout contact accidentel quand le couvercle de la batterie est ouvert.

5.7.2 Batteries et accumulateurs d'une capacité maximale de 25 Ah

5.7.2.1 Prescriptions générales

NOTE Ces prescriptions ne s'appliquent pas aux batteries utilisées dans les lampes frontales de mineurs, qui sont traitées dans la CEI 62013-1.

5.7.2.1.1 Les batteries intégrées dans un matériel à sécurité augmentée doivent être constituées uniquement d'éléments connectés en série simple.

5.7.2.1.2 Seuls les types d'éléments auxquels il est fait référence dans les normes publiées de la CEI et ayant des caractéristiques connues doivent être utilisés. Les tableaux 9 et 10 ci-dessous énumèrent les éléments pour lesquels des normes appropriées existent ou doivent être produites.

5.7.2.1.3 Tous les éléments d'une même batterie doivent avoir le même système électrochimique, la même conception d'élément et la même capacité assignée.

5.7.2.1.4 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.

5.7.2.1.5 Les batteries ne doivent pas contenir de mélange d'éléments primaires et secondaires.

5.7.2.1.6 Les éléments primaires ou secondaires ou les batteries ne doivent pas être utilisés à l'intérieur de la même enveloppe d'un matériel s'ils sont facilement interchangeables.

5.7.2.1.7 Les batteries primaires ne doivent pas être rechargées. Lorsqu'il existe une autre source de tension à l'intérieur du matériel contenant des batteries primaires et qu'il y a possibilité d'interconnexion, des précautions doivent être prises pour empêcher le courant de charge de les traverser.

5.7.2.1.8 Les batteries ne doivent pas contenir d'éléments provenant de constructeurs différents.

5.7.2.1.9 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.

5.7.2.1.10 Seules les méthodes recommandées par les constructeurs pour établir les connexions électriques à une batterie doivent être utilisées.

5.7.2.1.11 Lorsqu'une batterie est montée à l'intérieur d'un matériel et que son orientation est importante pour un fonctionnement sans danger, l'orientation correcte doit être indiquée à l'extérieur de l'enveloppe du matériel.

5.7.2.1.12 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, ou détaillés dans les instructions du constructeur. A savoir, soit la référence du constructeur, soit le nom du constructeur de l'élément ou de la batterie, le système électrochimique, la tension nominale et la capacité assignée.

5.7.1.4.5 Live parts shall have insulating protection to avoid accidental contact when the battery cover is open.

5.7.2 Primary and secondary batteries with capacity up to 25 Ah

5.7.2.1 General requirements

NOTE These requirements do not apply to batteries used as part of miner's caplights, which are dealt with in IEC 62013-1

5.7.2.1.1 Batteries incorporated into increased safety apparatus shall be formed only from cells connected in simple series.

5.7.2.1.2 Only cell types referred to in published IEC cell standards and having known characteristics shall be used. Tables 9 and 10 below list cells for which suitable standards either exist, or are to be produced.

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

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

5.7.2.1.5 Batteries shall not contain a mixture of primary and secondary cells.

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

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

5.7.2.1.8 Batteries shall not contain cells made by different manufacturers.

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

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

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

5.7.2.1.12 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, or detailed in the manufacturer's instructions. That is, either the manufacturer's part number, or the name of the cell or battery manufacturer, the electrochemical system, nominal voltage and rated capacity.

5.7.2.1.13 Lorsque les éléments font l'objet d'un enrobage, des précautions doivent être prises afin que les systèmes de décompression ne soient pas obstrués. La taille des orifices de ventilation doit être suffisante pour empêcher une pressurisation dangereuse de l'ensemble enrobé à la vitesse de décompression la plus pénible prévisible de la batterie. Un orifice de ventilation au minimum est requis pour chaque élément.

L'enrobage des éléments et des batteries doit permettre une expansion possible des éléments pendant la charge.

NOTE 1 Pour les besoins de la présente norme, les termes «enrober» et «enrobage» n'impliquent pas la conformité à la CEI 60079-18.

NOTE 2 Les caractéristiques physiques des orifices de ventilation dépendront du type et de la capacité des agencements de batteries. Il faut aussi prendre en compte les effets du vieillissement sur la capacité de la batterie et par conséquent sur le rythme de dégagement du gaz de la batterie.

5.7.2.1.14 Pour évaluer les agencements de commande de la batterie en ce qui concerne le dégagement potentiel du gaz, toute la gamme des températures de service, la résistance interne et la tenue en tension doivent être pris en compte. Il doit être supposé que les batteries peuvent devenir asymétriques mais les éléments avec une résistance ou une tenue en tension négligeables n'ont pas à être pris en compte.

5.7.2.1.15 La température de surface externe de l'élément ou de la batterie ne doit pas dépasser la valeur spécifiée par le constructeur de l'élément ou de la batterie ou 80 °C, soit la température la plus basse.

5.7.2.1.16 Les connexions électriques entre les éléments et aux batteries doivent être conformes à 4.3 et elles doivent être d'un type recommandé par le constructeur de l'élément ou de la batterie.

5.7.2.1.17 La ligne de fuite et la distance d'isolement suivantes doivent s'appliquer entre les pôles des éléments:

- Pour un élément unique de sécurité inhérente, c'est-à-dire dans lequel le courant de court-circuit et la température de surface maximale sont limités à une valeur convenable par sa résistance interne, la ligne de fuite et la distance d'isolement entre les pôles des éléments peuvent être ignorées.
- Pour un élément unique, avec une tension maximale en circuit ouvert de 2 V ou moins, ne faisant pas partie d'une batterie, la ligne de fuite et la distance d'isolement entre les pôles de l'élément ne doivent pas être inférieures à 0,5 mm.
- Pour toutes les batteries et tous les éléments ayant une tension dépassant 2 V, la ligne de fuite et la distance d'isolement doivent être appropriées pour la tension, comme indiqué dans le tableau 1.

5.7.2.1.18 Pour éviter tout défaut de connexion, ou l'utilisation d'éléments de niveau de charge différent, ou des éléments d'un degré de vieillissement différent, tous les éléments secondaires étanches au gaz doivent être assemblés solidement comme un bloc batterie unique.

5.7.2.1.19 Si les éléments et les batteries ne font pas partie intégrante du matériel, des précautions doivent être prises pour se protéger contre toute connexion incorrecte entre les éléments ou la batterie avec le matériel et le chargeur. Des précautions convenables comprennent des connecteurs polarisés, ou marqués clairement pour indiquer l'assemblage correct. Des dispositions doivent aussi être prises pour protéger l'interconnexion du circuit.

5.7.2.1.13 Where cells are subject to encapsulation, care shall be taken to ensure that any pressure relief facilities are not obstructed. The vent size shall be sufficiently large to prevent dangerous pressurization of the encapsulated assembly at the most onerous predictable release rate from the battery. A minimum of one vent for each cell is required.

The encapsulation of cells and batteries shall allow for possible expansion of the cells during charging.

NOTE 1 For the purpose of this standard the terms "encapsulate" and "encapsulation" do not imply conformity with IEC 60079-18.

NOTE 2 The physical characteristic of vents will depend upon the type and capacity of the battery arrangements. The effects of ageing on battery capacity and therefore on the rate of gas evolution from the battery must also be considered.

5.7.2.1.14 When evaluating battery control arrangements with respect to the potential evolution of gas the full range of operating temperatures, internal resistance and voltage capability shall be considered. It shall be assumed that batteries can become unbalanced but cells with negligible resistance or voltage capability need not be taken into account.

5.7.2.1.15 The external surface temperature of the cell or battery shall not exceed the value specified by the cell or battery manufacturer, or 80° C, whichever is the lower.

5.7.2.1.16 The electrical connections between cells and to batteries shall comply with 4.3 and shall be of a type recommended by the manufacturer of the cell or battery.

5.7.2.1.17 The following clearance and creepage distances shall apply between the cell poles:

- For an inherently safe single cell, that is where the short-circuit current and maximum surface temperature are limited to a suitable value by its internal resistance, the clearance and creepage distances between the cell poles may be ignored.
- For a single cell, with a maximum open-circuit voltage of 2 V or less, not forming part of a battery, the clearance and creepage distances between the cell poles shall not be less than 0,5 mm.
- For all batteries and for all cells having a voltage exceeding 2 V, the clearance and creepage distances shall be those appropriate for the voltage, as given in table 1.

5.7.2.1.18 To prevent faulty connection, or the use of cells with different status of charge, or cells of different age, all secondary gas-tight cells shall be securely assembled as a single battery pack.

5.7.2.1.19 If cells and batteries do not form an integral part of the apparatus, precautions shall be taken to safeguard against incorrect connection between cells or the battery with the apparatus and charger. Suitable precautions include polarized connectors, or those which are clearly marked to indicate correct assembly. Provision shall also be made for safe interconnection of the circuit.

5.7.2.1.20 Si de l'électrolyte peut être éjecté des éléments dans des conditions normales ou de défaut, des dispositions doivent être prises pour empêcher la contamination des parties actives. Il n'est pas nécessaire de protéger les éléments hermétiques étanches au gaz et les batteries. Les éléments ou les batteries de type ouvert ou commandés par vanne doivent être enfermés dans un compartiment séparé pour éviter que de l'électrolyte ne puisse être éjecté de l'élément et causer une contamination des autres parties du matériel. En outre, pour ces types d'éléments ou de batteries, les valeurs de ligne de fuite et de distance d'isolement à l'intérieur de l'élément ou de la batterie doivent être augmentées d'au moins 10 mm.

5.7.2.1.21 Les batteries et leurs dispositifs de sécurité associés doivent être montés solidement, par exemple, maintenus en place par un collier ou une patte spécialement conçue.

5.7.2.1.22 Il ne doit pas y avoir de mouvement relatif entre la batterie et le ou les dispositifs de sécurité associés qui pourraient nuire à la conformité aux prescriptions de la protection type concernée.

NOTE Il convient de vérifier la conformité à 5.7.2.1.21 et à 5.7.2.1.22 avant et après l'essai au choc/de chute mécanique pertinent spécifié dans la CEI 60079-0.

5.7.2.1.23 Les paragraphes 5.7.1.2, 5.7.1.3 et 5.7.1.4 doivent s'appliquer aussi aux éléments d'une capacité maximale de 25 Ah dans la mesure où ils sont pertinents.

5.7.2.1.24 Les connecteurs électriques impliquant le chauffage de l'élément (ou de la batterie) après fabrication, ne doivent pas être utilisés sauf lorsque le fabricant de l'élément (ou de la batterie) l'autorise.

5.7.2.2 Libération de gaz inflammables

Les éléments et les batteries sont considérés comme des sources potentielles de libération de gaz inflammables, et il est supposé qu'il peut s'agir du gaz électrolytique, c'est-à-dire de l'hydrogène et de l'oxygène dans la proportion appropriée résultant de l'électrolyse. Le risque de libération de gaz depuis les éléments qui sont utilisés dans les limites spécifiées par le constructeur des éléments et selon les prescriptions suivantes est jugé acceptable.

En fonction des différentes caractéristiques des systèmes électrochimiques et de la conception des éléments et des batteries, des précautions différentes doivent être prises. Pour cette raison, les éléments et les batteries sont classés en fonction du risque de gaz, comme suit:

- a) Éléments et batteries qui peuvent libérer du gaz dans des conditions normales de service. Ces types d'éléments et de batteries comprennent les éléments ouverts et les éléments hermétiques contrôlés par vanne.
- b) Éléments et batteries qui ne libèrent pas de gaz dans des conditions normales de service. Ces types d'éléments et de batteries comprennent les éléments hermétiques étanches au gaz.

5.7.2.3 Système électrochimique acceptable

Seuls les éléments indiqués aux tableaux 9 et 10 ci-dessous pour lesquels il existe des normes de la CEI relatives aux éléments doivent être utilisées.

5.7.2.1.20 If electrolyte risks being ejected from cells under normal or one fault conditions, provision shall be made to prevent contamination of live parts. There is no need for protection for sealed gas-tight cells and batteries. Open type or valve regulated cells or batteries shall be enclosed in a separate compartment to avoid electrolyte which may be ejected from the cell causing contamination to other parts of the apparatus. Additionally, for these types of cells or batteries, the creepage and clearance values inside the cell or battery compartment needs to be enhanced to at least 10 mm.

5.7.2.1.21 Batteries and their associated safety devices shall be securely mounted, for example held in place by a purpose designed clip or bracket.

5.7.2.1.22 There shall be no relative movement between the battery and the associated safety device or devices such as would impair conformity with the requirements of the type protection concerned.

NOTE Conformity with 5.7.2.1.21 and 5.7.2.1.22 should be checked before and after the relevant mechanical impact/drop test specified in IEC 60079-0.

5.7.2.1.23 Subclauses 5.7.1.2, 5.7.1.3 and 5.7.1.4 shall also apply to cells with a capacity up to 25 Ah in so far as they are relevant.

5.7.2.1.24 Electrical connectors involving heating of the cell (or battery) after manufacture, shall not be used except where this is permitted by the cell (or battery) manufacturer.

5.7.2.2 Release of flammable gas

Cells and batteries are considered to be potential sources of release of flammable gas, and the assumption is made that this may be electrolytic gas, i.e. hydrogen and oxygen in the appropriate proportion resulting from electrolysis. The risk of gas release from cells which are used within limits specified by the cell manufacturer, as well as by the following requirements, is deemed acceptable.

Depending on the different characteristics of the electrochemical systems and the design of cells and batteries, different precautions shall be observed. For this reason, cells and batteries are classified according to the risk of gas, as follows:

- a) Cells and batteries which can release gas under normal operating conditions. These types of cells and batteries comprise open cells and sealed valve-regulated cells.
- b) Cells and batteries which do not release gas under normal operating conditions. These types of cells and batteries comprise sealed gas-tight cells.

5.7.2.3 Acceptable electrochemical system

Only those cells listed in tables 9 and 10 below, for which IEC cell standards exist, shall be used.

Tableau 9 – Eléments primaires

CEI 60086-1 type	Electrode positive	Electrolyte	Electrode négative	Tension normale V	Tension circuit ouvert maximale 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
C	Dioxyde de manganèse	Electrolyte organique	Lithium	3	3,7
E	Chlorure de thionyle	Inorganique non aqueux	Lithium	3,6	3,9
L	Dioxyde de manganèse	Hydroxyde métaux alcalins	Zinc	1,5	1,65
S	Oxyde d'argent (Ag ₂ O)	Hydroxyde métaux alcalins	Zinc	1,55	1,63
T	Oxyde d'argent (AgO, Ag ₂ O)	Hydroxyde métaux alcalins	Zinc	1,55	1,87
*	Dioxyde de sulfure	Sel organique non aqueux	Lithium	3,0	3,0

NOTE 1 Les éléments au dioxyde de zinc/manganèse sont énumérés dans la CEI 60086-1 mais ils ne sont pas classés par lettre type.

NOTE 2 L'élément marqué «*» ne peut être utilisé que lorsqu'il existe une norme CEI.

Tableau 10 – Accumulateurs (éléments secondaires)

Normes types pertinentes de la CEI	Type	Electrolyte	Tension circuit ouvert maximal V	Tension nominale V
Type K CEI 61056 CEI 60095	Plomb – acide (humide) Plomb – acide (sec)	Acide sulfurique (SG 1,25)	2,67 2,35	2,2 2,2
Type K CEI 60285 CEI 60622 CEI 60623 CEI 61150	Nickel -cadmium	Hydroxyde de potassium (SG 1,3)	1,55	1,2
*	Hydruure de nickel	Hydroxyde de potassium	1,5	1,2

NOTE L'élément marqué «*» ne peut être utilisé que lorsqu'il existe une norme CEI.

5.7.2.4 Charge des éléments

5.7.2.4.1 Si les éléments et les accumulateurs doivent être rechargés dans un emplacement dangereux, les circuits de charge doivent être spécifiés complètement comme faisant partie intégrante du matériel. Le système de charge doit être tel que même avec une condition de défaut du système de charge, la tension et le courant du chargeur ne dépassent pas les limites spécifiées par le constructeur.

5.7.2.4.2 Aucune prescription supplémentaire ne s'applique à la charge des éléments qui ne libèrent pas de gaz dans des conditions normales de service.

5.7.2.4.3 Pour charger des éléments d'un type qui libère du gaz dans des conditions normales de service, la concentration maximale de l'hydrogène dans le coffre de la batterie ne doit pas dépasser 2 % par volume avec mesure continue pendant la durée de l'essai décrit en 6.6.4 à l'aide de l'appareil de charge décrit en 5.7.2.4.1.

Table 9 – Primary cells

IEC 60086-1 type	Positive electrode	Electrolyte	Negative electrode	Normal 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
C	Manganese dioxide	Organic electrolyte	Lithium	3	3,7
E	Thionyl chloride	Non-aqueous inorganic	Lithium	3,6	3,9
L	Manganese dioxide	Alkali metal hydroxide	Zinc	1,5	1,65
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
*	Sulphur dioxide	Non-aqueous organic salt	Lithium	3,0	3,0

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

NOTE 2 The cell marked "*" may only be used once an IEC cell standard exists.

Table 10 – Secondary cells

Relevant IEC standard type	Type	Electrolyte	Nominal voltage V	Maximum open-circuit voltage V
Type K IEC 61056 IEC 60095	Lead-acid (wet) Lead-acid (dry)	Sulphuric acid (SG 1,25)	2,2 2,2	2,67 2,35
Type K IEC 60285 IEC 60622 IEC 60623 IEC 61150	Nickel-cadmium	Potassium hydroxide (SG 1,3)	1,2	1,55
*	Nickel metal hydride	Potassium hydroxide	1,2	1,5

NOTE The cell marked "*" may only be used once an IEC cell standard exists.

5.7.2.4 Charging of cells

5.7.2.4.1 If the cells and batteries have to be recharged in hazardous areas, the charging circuits shall be fully specified as part of the apparatus. The charging system shall be such that, even with one fault condition on the charging system, the charger voltage and current do not exceed the limits specified by the manufacturer.

5.7.2.4.2 No additional requirements apply to the charging of cells which do not release gas under normal operating conditions.

5.7.2.4.3 For the charging of cells of a type which release gas under normal operating conditions, the maximum concentration of hydrogen in the battery container shall not exceed 2 % by volume while continuously measured for the duration of the test described in 6.6.4 using the charging apparatus described in 5.7.2.4.1.

5.7.2.4.4 Une opération de charge est autorisée uniquement dans les limites de sécurité spécifiées par le constructeur.

Il peut être nécessaire que les instructions des constructeurs incluent les conditions d'utilisation, comme l'interdiction de transport des accumulateurs ou des éléments dans des zones dangereuses en cours de charge. Si le chargeur fait partie du matériel et qu'il n'est pas conforme à l'un des concepts énumérés dans la CEI 60079-0, il devra être mis hors tension et protégé de tout courant inverse causé par l'élément ou l'accumulateur. Si une durée doit être spécifiée après laquelle la température est inférieure à la température limite, cette durée doit être atteinte avant de pouvoir transporter le matériel avec le chargeur dans l'emplacement dangereux.

5.7.2.4.5 Lorsqu'il y a une autre source de tension dans la même enveloppe, l'accumulateur et ses circuits associés doivent être protégés pour ne pas être chargés par un circuit autre que celui spécialement conçu à cet effet. Par exemple, cela peut être obtenu en séparant l'accumulateur et ses circuits associés de toutes les autres sources de tension à l'intérieur de l'enveloppe en utilisant les lignes de fuite et les distances d'isolement spécifiées au tableau 1 pour la tension la plus élevée rencontrée.

5.7.2.5 Décharge des éléments

5.7.2.5.1 Quand un courant de charge tiré de l'accumulateur peut causer sur celui-ci des dommages susceptibles d'affecter les propriétés de sécurité augmentée, le dispositif de charge ou de sécurité doit être spécifié par le constructeur du matériel. Lorsque les propriétés de sécurité augmentée ne sont pas affectées, il n'est pas nécessaire de spécifier la charge ni de prévoir un dispositif de sécurité.

5.7.2.5.2 Pour les éléments étanches au gaz, une protection contre une forte décharge et une inversion de la polarité de l'élément individuel doit être prévue.

5.7.2.5.3 Lorsque plus de trois éléments étanches au gaz sont connectés en série, des précautions doivent être prises contre toute charge des éléments avec inversion de la polarité.

NOTE La capacité réelle des éléments peut s'atténuer au cours de leur durée de service. Dans ce cas, des éléments à forte capacité peuvent imposer une inversion de polarité aux éléments à plus faible capacité.

5.7.2.5.4 Lorsqu'un circuit de protection contre les décharges sévères est installé pour empêcher une charge avec inversion de polarité des éléments pendant la décharge, la tension de coupure minimale doit être celle spécifiée par le constructeur de l'élément ou de l'accumulateur. Le courant en ampères venant de la batterie après coupure de la charge doit être inférieur à 1/1 000 A de la capacité assignée.

NOTE Si trop d'éléments sont connectés en série, il peut ne pas y avoir de protection sûre en raison des tolérances des tensions des éléments individuels et du circuit de protection contre une décharge sévère. En général, il convient de protéger au maximum six éléments (en série) avec un seul circuit de protection contre la décharge sévère.

5.7.2.5.5 Pour la vérification et les essais des caractéristiques assignées de la température maximale de surface, le courant de décharge le plus élevé admis par la charge maximale spécifiée par le constructeur du matériel ou par le dispositif de protection doit être pris en compte, par exemple la valeur 1,7 x les caractéristiques du fusible, ou en court-circuit si ni la charge ni le dispositif de protection ne sont spécifiés.

5.7.2.5.6 Les dispositifs de sécurité requis par la présente norme constituent des pièces de sécurité du système de commande. Il appartient au constructeur d'évaluer si l'intégrité de la sécurité du système de commande est compatible avec le niveau de sécurité requis par la présente norme.

NOTE Des pièces liées à la sécurité conformes aux prescriptions de la catégorie 3 de l'EN 594-1 répondraient aux prescriptions ci-dessus.

5.7.2.4.4 Charging is only permitted within the safety limits specified by the manufacturer.

The manufacturers' instructions may need to include conditions of use, such as prohibiting the transportation of batteries or cells in or into hazardous areas while charging. If the charger is part of the apparatus and does not comply with one of the concepts listed in IEC 60079-0 it will need to be de-energized and protected from reverse current caused by the cell or battery. If a time shall be specified after which the temperature is below the limit temperature, this time has to be reached before the apparatus with the charger may be transported into the hazardous area.

5.7.2.4.5 Where there is another voltage source in the same enclosure, the battery and its associated circuits shall be protected against charging by other than the circuit specifically designed to do so. For example, this may be achieved by separating the battery and its associated circuits from all other voltage source(s) inside the enclosure using the creepage and clearance distances specified in table 1 for the highest voltage encountered.

5.7.2.5 Discharge of cells

5.7.2.5.1 Where a load current drawn from the battery can cause such damage to the battery as to affect the increased safety properties, the load or safety device shall be specified by the apparatus manufacturer. Where the increased safety properties are not affected, the load need not be specified or safety device provided.

5.7.2.5.2 For sealed gas-tight cells protection against deep discharge and individual cell polarity reversal shall be provided.

5.7.2.5.3 Where more than three sealed (gas-tight) cells are connected in series, precautions shall be made against reverse polarity charging of the cells.

NOTE The actual capacity of cells may fade during their working life. If this occurs, cells of higher capacity may force cells of lower capacity into reverse polarity.

5.7.2.5.4 Where a deep discharge protection circuit is installed to prevent reverse polarity charging of cells during discharge, the minimum cut-off voltage shall be that specified by the cell or battery manufacturer. The current in amperes from the battery after switching off the load shall be less than $1/1\,000$ A of the rated capacity.

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

5.7.2.5.5 For verification and tests of the maximum surface temperature rating, the highest discharge current permitted by the maximum load specified by the apparatus manufacturer or by the protection device shall be taken into account, for example $1,7 \times$ rating of the fuse, or at short-circuit if neither load nor protection device is specified.

5.7.2.5.6 The safety devices required by this standard form safety related parts of a control system. It is the responsibility of the manufacturer to assess that the safety integrity of the control system is consistent with the level of safety required by this standard.

NOTE Safety related parts meeting the requirements of category 3 of EN 954-1 would satisfy the above.

5.7.2.6 Incorporation d'autres types de protection

Pour les éléments de type ouvert, commandés par vanne et également étanches au gaz sans dispositifs de sécurité, des compartiments peuvent inclure un matériel et/ou des composants Ex «e» et Ex «m» mais pas un matériel ou des composants Ex «d» ou Ex «i».

5.7.2.7 Déconnexion et transport

5.7.2.7.1 Si l'accumulateur doit être déconnecté de ses équipements associés dans l'emplacement dangereux, il doit être possible de l'isoler en toute sécurité.

5.7.2.7.2 A moins que les parties actives ne soient protégées avec un degré d'au moins IP 30, les éléments et les accumulateurs doivent comporter une marque d'avertissement indiquant qu'ils ne doivent pas être transportés à travers l'emplacement dangereux.

5.8 Coffrets de raccordement et de jonction d'usage général

Des caractéristiques assignées déterminées par la méthode de 6.7 doivent être attribuées aux coffres de raccordement et de jonction d'usage général, de sorte que la température limite de 4.8 ne soit pas dépassée en service.

Les caractéristiques assignées (voir annexe E) doivent être exprimées sous l'une des formes suivantes:

- a) la puissance dissipée maximale permise; ou
- b) l'ensemble des valeurs comprenant, pour chaque taille de borne, le nombre et la taille autorisés par le conducteur et le courant maximal.

Des informations sur l'utilisation des caractéristiques assignées pour déterminer la bonne combinaison des bornes et du conducteur pour des valeurs particulières du courant sont données à l'annexe E.

5.9 Eléments de chauffage par résistance (autre qu'un chauffage par traçage)

5.9.1 Ce paragraphe spécifie les prescriptions complémentaires pour les éléments de chauffage et les unités de chauffage par résistance (autres qu'un chauffage par trace) définis en 3.13. Il ne s'applique pas au chauffage par induction, au chauffage par effet pelliculaire, au chauffage diélectrique ou à tout autre système de chauffage qui implique le passage d'un courant à travers un liquide, une enveloppe ou une tuyauterie.

NOTE 1 Les prescriptions pour le chauffage par trace sont données dans la CEI 62086-1.

NOTE 2 Les mesures de sécurité complémentaires pour la sécurité augmentée ont été appliquées au chauffage par résistance au moyen d'un dispositif limite de température, d'une enceinte étanche, d'une détection de courant résiduel (30 mA – 300 mA) avec un logement correctement mis à la terre ou d'un système de régulation de l'isolation et d'essais de stabilité thermique du système d'isolation.

5.9.2 Pour l'application du présent paragraphe:

- les résistances chauffantes ne sont pas considérées comme des enroulements et 4.7 ne s'applique pas;
- l'article 7 de la CEI 60079-0 ne s'applique pas aux matériaux d'isolation électrique des résistances chauffantes.

5.9.3 La résistance chauffante doit avoir un coefficient de température positif. Le constructeur doit spécifier la valeur de la résistance à 20 °C et sa tolérance.

5.9.4 Les matériaux isolants utilisés dans un élément de chauffage par résistance doivent être soumis à des essais conformément à 6.8.4.

5.7.2.6 Incorporation of other types of protection

For open-type, valve-regulated and also sealed gas-tight cells without safety devices, compartments can include Ex “e” and Ex “m” apparatus and/or components but not Ex “d” or Ex “i” apparatus and/or components

5.7.2.7 Disconnection and transportation

5.7.2.7.1 If the battery has to be disconnected from its associated equipment in the hazardous area then it shall be capable of being isolated safely.

5.7.2.7.2 Unless the live parts are protected to at least IP30, the cells and batteries shall carry a warning notice that they must not be taken though the hazardous area.

5.8 General purpose connection and junction boxes

General purpose connection and junction boxes shall be allocated a rating determined by the method in 6.7 to ensure that the limiting temperature of 4.8 is not exceeded in service.

The rating (see annex E) shall be expressed as either

- a) the rated maximum dissipated power, or
- b) the set of values comprising, for each terminal size, the permissible number and size of conductor and the maximum current.

Information on the use of the rating in determining safe combinations of terminals and conductor for particular values of current is given in annex E.

5.9 Resistance heaters (other than trace heating)

5.9.1 This subclause specifies supplementary requirements for the resistance heating devices and resistance heating units (other than trace heating) defined in 3.13. It does not apply to induction heating, skin effect heating, dielectric heating or to any other heating system which involves passing current through a liquid, an enclosure or pipework.

NOTE 1 The requirements for trace heating are given in IEC 62086-1.

NOTE 2 Additional measures of safety for increased safety have been applied to resistance heating by a mandated temperature limit device, sealed containment, residual current detection (30 mA – 300 mA) with an acceptable grounded housing or an insulation monitoring system, and thermal stability tests of the insulation system.

5.9.2 For the purpose of this subclause:

- heating resistors are not considered to be windings and 4.7 does not apply;
- clause 7 of IEC 60079-0 does not apply to the electrical insulating materials of heating resistors.

5.9.3 The heating resistor shall have a positive temperature coefficient. The manufacturer shall specify the value of the resistance at 20 °C and its tolerance.

5.9.4 The insulating materials used in a resistance heating device shall be tested in accordance with 6.8.4.

5.9.5 Le courant d'appel au froid de l'élément de chauffage par résistance, vérifié conformément à 6.8.6 ne doit pas dépasser la valeur déclarée par le constructeur de plus de 10 % à tout moment après les 10 premières secondes de mise sous tension.

5.9.6 Le constructeur doit spécifier le dispositif de protection à utiliser avec l'élément ou de l'unité de chauffage par résistance. Sauf s'il est prévu que l'élément ou l'unité de chauffage par résistance (par exemple un radiateur anticondensation dans un moteur électrique), soit protégé mécaniquement par la manière dont il est incorporé dans le matériel électrique, le dispositif de protection doit être conforme à l'annexe D.

5.9.7 Lorsqu'un revêtement électriquement conducteur assure la fonction du dispositif de protection prévu en 5.9.6, il doit intéresser toute la surface de la couche isolante et consister en un revêtement conducteur uniformément réparti, couvrant au moins 70 % de la surface isolante. La résistance électrique du revêtement conducteur doit être suffisante pour assurer le fonctionnement du dispositif de protection prévu en 5.9.6.

5.9.8 L'isolation électrique doit assurer que les conducteurs chauffants ne peuvent pas être en contact avec l'atmosphère explosible, à moins que la température de surface ne soit inférieure à la température limite.

NOTE Par exemple, des perles enfilées ne satisfont pas à cette prescription.

5.9.9 La section des conducteurs pour les connexions de l'élément de chauffage par résistance doit être au moins égale à 1 mm² pour des raisons mécaniques.

5.9.10 Pour déterminer la classe de température d'un élément de chauffage par résistance, une isolation thermique supplémentaire destinée à être installée ne doit normalement pas être considérée comme empêchant l'accessibilité de l'atmosphère explosible.

5.9.11 La température de l'élément ou de l'unité de chauffage par résistance ne doit pas dépasser la température limite quand il/elle est sous tension.

Cela doit être réalisé par l'un des procédés suivants:

- a) une propriété auto-limitante de l'élément de chauffage par résistance;
- b) une conception stabilisante (dans des conditions spécifiées d'emploi);
- c) un système de protection suivant 5.9.12 qui met hors tension, à une température de surface prédéterminée, toutes les parties actives de l'élément ou de l'unité de chauffage par résistance. Ce système de protection doit être entièrement indépendant de tout dispositif prévu dans le but de réguler en condition normale la température de fonctionnement de l'élément ou de l'unité de chauffage par résistance.

Pour b) et c), la température d'un élément de chauffage par résistance dépend de la relation entre plusieurs paramètres:

- sa dissipation de chaleur;
- la température du milieu environnant: gaz, liquide, corps de chauffe;
- les caractéristiques de transfert thermique entre l'élément de chauffage par résistance et son environnement.

Les données nécessaires régissant ces relations doivent être indiquées par le constructeur dans les documents descriptifs prévus en 23.2 de la CEI 60079-0.

5.9.12 La protection procurée par un système de protection doit être assurée

- en détectant la température de l'élément de chauffage par résistance ou, si approprié, de son environnement immédiat; ou

5.9.5 The cold start current of the resistance heating device when tested in accordance with 6.8.6 shall not exceed the manufacturer's declared value by more than 10 % at any time after the first 10 s of energization.

5.9.6 The manufacturer shall specify an electrical protective device for use with each resistance heating device or unit. Unless the resistance heating device or unit is intended to be mechanically protected by the manner in which it is incorporated in an electrical apparatus, (for example an anti-condensation heater in an electric motor), the protective device shall comply with the requirements in annex D.

5.9.7 When an electrically conductive covering ensures the function of the protective device foreseen in 5.9.6, it shall extend over the whole of the surface of the insulating sheath and consist of an evenly distributed conductive layer with a coverage of at least 70 % of the insulating surface. The electrical resistance of the conductive covering shall be sufficient to ensure operation of the protective device foreseen on 5.9.6.

5.9.8 The electrical insulation shall ensure that the heating resistors cannot be in contact with the potentially explosive atmosphere, unless the surface temperature is below the limiting temperature.

NOTE Beaded insulation for instance would not satisfy this requirement.

5.9.9 The cross-section of the conductors for connections to the resistance heating device shall be at least 1 mm² for mechanical reasons.

5.9.10 For the determination of the temperature class of a resistance heating device, any additional thermal insulation intended to be installed shall not normally be considered as excluding access of the potentially explosive atmosphere.

5.9.11 The resistance heating device or unit shall be prevented from exceeding the limiting temperature when energized.

This shall be ensured by one of the following means:

- a) a self-limiting property of the resistance heating device;
- b) a stabilized design (under specified conditions of use);
- c) a protective system according to 5.9.12 which, at a pre-determined surface temperature, isolates all live parts of the resistance heating device or unit. This protective system shall be entirely independent of any control system provided for the purpose of regulating the functional temperature of the resistance heating device or unit under normal conditions.

For b) and c), the temperature of a resistance heating device is dependent on the relationships between various parameters:

- its heat output;
- the temperature of its surroundings: gas, liquid, workpiece;
- the heat transfer characteristics between the resistance heating device and its surroundings.

The necessary data regarding these relationships shall be provided by the manufacturer in the descriptive documents foreseen by 23.2 of IEC 60079-0.

5.9.12 The protection offered by a protective system shall be achieved:

- by sensing the temperature of the resistance heating device or, if appropriate, of its immediate surroundings; or

- en détectant la température de l'environnement et au moins un paramètre en plus; ou
- en détectant deux paramètres ou plus, autres que la température.

NOTE Des exemples de paramètres sont: le niveau, le débit, le courant, la consommation de puissance.

Lorsque des conditions spéciales pour une utilisation sûre sont nécessaires, des instructions appropriées doivent être fournies (voir aussi 27.2 i) de la CEI 60079-0). Par exemple, lorsque l'unité de chauffage par résistance est fournie avec un système de protection incomplet, toutes les données nécessaires au traitement de la détection (compatibilité entre l'émetteur et le récepteur, etc.) doivent être indiquées dans les documents descriptifs.

Le système de protection doit assurer la mise hors tension de l'élément ou de l'unité de chauffage par résistance, soit directement, soit indirectement. Un réarmement ne doit être possible manuellement qu'après rétablissement des conditions du processus définies antérieurement, sauf lorsque les informations provenant du système de protection sont contrôlées de manière continue. En cas de défaut du système de détection, l'élément de chauffage doit être mis hors tension avant que la température limite ne soit atteinte. Le réarmement ou le remplacement d'un système de protection à réarmement manuel ne doit pouvoir s'effectuer qu'à l'aide d'un outil.

Le réglage des appareils de protection doit être bloqué et scellé et il ne doit pas être susceptible d'être modifié ultérieurement en service.

NOTE Les fusibles thermiques ne peuvent être remplacés que par des pièces spécifiées par le constructeur.

Le système de protection doit agir en condition anormale et il doit être additionnel et indépendant fonctionnellement de tout système de régulation qui pourrait être nécessaire pour des raisons de fonctionnement, en condition normale.

5.9.13 Les éléments et unités de chauffage par résistance doivent satisfaire aux prescriptions pour les vérifications et les essais de type de 6.8 et aux vérifications et essais individuels de l'article 7.

5.10 Autres matériels électriques

Les matériels électriques qui ne sont pas spécifiquement mentionnés de 5.2 à 5.9 doivent être conformes aux prescriptions de construction de l'article 4 et, dans le principe, à toutes les prescriptions complémentaires de l'article 5 qui peuvent être applicables.

6 Vérifications de type et essais de type

Les présentes prescriptions complètent celles de l'article 23 de la CEI 60079-0 qui sont également applicables, sauf spécification contraire, au mode de protection augmentée «e».

6.1 Rigidité diélectrique

La rigidité diélectrique doit être vérifiée par un essai:

- a) soit effectué conformément à une norme de produit spécifique applicable aux différents éléments du matériel électrique; ou

soit, s'il n'existe pas de prescription pour un tel essai

- b) à la tension d'essai selon 1), 2) ou 3) ci-dessous, et avec la tension maintenue pendant au moins 1 min.

- 1) Pour les matériels électriques alimentés à des tensions dont la valeur de crête ne dépasse pas 90 V ou dans lesquels se trouvent des tensions internes dont la valeur de crête ne dépasse pas 90 V, à la tension de valeur efficace $500 \text{ V}^{+5}_{0} \%$.

- by sensing the surrounding temperature and one or more other parameters; or
- by sensing two or more parameters other than the temperature.

NOTE Examples of such parameters include: level, flow, current and power consumption.

Where special conditions for safe use are necessary, appropriate instructions shall be given (see also 27.2 i) of IEC 60079-0). For example, when the resistance heating unit is supplied with an incomplete protective system, all the data for handling the signal (such as the compatibility between the transmitter and the receiver, etc.) shall be indicated in the descriptive documents.

The protective system shall de-energize the resistance heating device or unit either directly or indirectly. A reset shall only be possible by hand after the previously defined process conditions have returned, except when the information from the protective system is continuously monitored. In the event of failure of the sensor, the heating device shall be de-energized before the limiting temperature is reached. Resetting or replacement of a manually re-armed protective system shall be possible only with the aid of a tool.

The adjustment of the protective devices shall be locked and sealed and shall not be capable of being subsequently altered when in service.

NOTE Thermal fuses should be replaced only by parts specified by the manufacturer.

The protective system shall operate under abnormal conditions and shall be additional to and functionally independent of any regulating device which may be necessary for operational reasons under the normal conditions.

5.9.13 Resistance heating devices and units shall comply with the requirements for type verifications and tests in 6.8 and for routine verifications and tests in clause 7.

5.10 Other electrical apparatus

Electrical apparatus that is not specifically mentioned in 5.2 to 5.9 shall comply with the constructional requirements in clause 4 and in principle with any supplementary requirements in clause 5 that may apply.

6 Type verifications and type tests

These requirements supplement those of clause 23 of IEC 60079-0 which are applicable also, unless otherwise stated, to type of protection increased safety "e".

6.1 Dielectric strength

Dielectric strength shall be verified by a test:

- a) either as given in a specific product standard for the individual items of electrical apparatus; or if no such test requirement exists
- b) at the test voltage according to 1), 2) or 3) below, and maintained for at least 1 min.
 - 1) For electrical apparatus supplied with voltages not exceeding 90 V peak or in which internal voltages not exceeding 90 V peak are present: 500 V r.m.s. $\begin{smallmatrix} +5 \\ 0 \end{smallmatrix} \%$.

- 2) Pour les éléments et unités de chauffage par résistance auxquels s'appliquent les prescriptions complémentaires de 5.9, à la tension de valeur efficace $(1\,000 + 2U_n) \text{ V}$ $^{+5}_0 \%$, où U_n est la tension assignée.
- 3) Pour d'autres matériels ou lorsque sont présentes des tensions internes d'une valeur de crête supérieure à 90 V, à la tension de valeur efficace $(1\,000 + 2U) \text{ V}$ $^{+5}_0 \%$ ou $1\,500 \text{ V}$ $^{+5}_0 \%$, soit la valeur la plus élevée, lorsque U est la tension de service.

Des tensions d'essai en courant continu sont admises à la place des tensions d'essai en courant alternatif spécifiées et elles doivent être égales à 170 % de la valeur efficace de la tension d'essai en courant alternatif spécifiée pour les enroulements isolés, ou égale à 140 % de la valeur efficace de la tension d'essai en courant alternatif pour des situations dans lesquelles c'est l'air ou la distance d'isolement qui est le moyen d'isolement.

Pour les matériels avec des pièces à isolation galvanique, l'essai doit être appliqué séparément, à la tension appropriée, à chaque pièce.

6.2 Machines électriques tournantes

6.2.1 Les machines à rotor à cage doivent être soumises à des essais, rotor bloqué, pour déterminer le rapport du courant de démarrage I_M/I_N et la durée t_E .

En variante, lorsqu'il n'est pas pratique de faire des essais sur une machine, le constructeur et la station d'essais peuvent convenir d'accepter des valeurs calculées pour l'échauffement en service assigné et les conditions de calage ainsi que la durée t_E . De préférence, la méthode de calcul sera utilisée uniquement pour compléter la méthode d'essai. Voir la bibliographie pour des références concernant le calcul de la température du rotor bloqué.

Les méthodes d'essai et de calcul sont données à l'annexe A.

6.2.2 Sous réserve que les conditions d'essai sont équivalentes aux conditions de service, les machines électriques tournantes peuvent être soumises aux essais uniquement avec l'axe en position horizontale, même si elles sont prévues pour être utilisées dans d'autres positions.

6.2.3 Epreuves supplémentaires pour machines à tension élevée

6.2.3.1 Système d'isolation de l'enroulement du stator

6.2.3.1.1 Les essais doivent être effectués:

- sur un stator complet;
- sur un stator avec une enceinte de moteur;
- sur un moteur;
- sur un stator partiellement bobiné, ou
- sur un groupe de bobinages.

Dans tous les cas, le modèle d'essai doit être représentatif d'un stator complet avec, le cas échéant, un écran contre les décharges en couronne, une gradation des contraintes, une garniture et un renforcement, une imprégnation et des pièces conductrices comme le fer du stator. Toutes les pièces conductrices exposées doivent être mises à la terre.

- 2) For resistance heating devices and resistance heating units to which additional requirements of 5.9 apply: $(1\,000 + 2U_n)$ V r.m.s. $^{+5}_0$ %, where U_n is the rated voltage.
- 3) For other apparatus or where internal voltages in excess of 90 V peak are present: $(1\,000 + 2U)$ V r.m.s. $^{+5}_0$ % or 1 500 V r.m.s. $^{+5}_0$ %, whichever is greater, where U is the working voltage.

DC test voltages are permitted as an alternative to the specified a.c. test voltage and shall be 170 % of the specified a.c. r.m.s. test voltage for insulated windings, or 140 % of the specified a.c. r.m.s. test voltage for situations where air or creepage distance is the insulating medium.

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

6.2 Rotating electrical machines

6.2.1 Machines with cage rotors shall be subjected to tests with their rotors locked in order to determine the starting current ratio I_A/I_N and the time t_E .

Alternatively, where it is not practical to make tests on a machine, the manufacturer and the testing station may agree to accept calculated figures for the temperature rise in rated service and stalled conditions along with time t_E . It is preferred that the calculation method be used only to supplement the test method. See the bibliography for references concerning the calculation of locked-rotor temperature.

The methods of test and of calculation are given in annex A.

6.2.2 Provided that the test conditions are equivalent to the service conditions, rotating electrical machines may be tested with the axis only in the horizontal position, even if they are intended for use with it in other positions.

6.2.3 Additional tests for high-voltage machines

6.2.3.1 Stator winding insulation system

6.2.3.1.1 The tests shall be carried out on

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

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

6.2.3.1.2 Les agencements types des câbles de connexion du stator doivent faire l'objet d'un essai soit sur un stator complet soit sur un modèle représentatif. Une attention particulière doit tout spécialement être accordée à l'espacement des câbles, à la fois les uns des autres et par rapport aux pièces conductrices adjacentes. Toutes ces pièces conductrices exposées doivent être mises à la terre.

6.2.3.1.3 Les systèmes d'isolation et les câbles de connexion doivent être soumis à des essais dans un mélange de gaz explosif constitué de $(21 \pm 5) \%$ d'hydrogène dans l'air, v/v avec une tension sinusoïdale de 1,5 fois la valeur efficace de la tension de ligne assignée pendant 3 min. La vitesse maximale de montée de la tension doit être de 0,5 kV/s. La tension doit être appliquée entre une phase et la terre, les autres phases étant mises à la terre.

Aucune explosion ne doit se produire.

6.2.3.1.4 Les systèmes d'isolation et les câbles de connexion doivent être soumis à des essais dans un mélange de gaz explosif constitué de $(21 \pm 5) \%$ d'hydrogène dans l'air, v/v. Ils seront soumis à 10 impulsions d'une tension égale à 3 fois la tension de phase de crête avec une tolérance de $\pm 3 \%$, et avec un temps de montée en tension compris entre 0,2 μ s et 0,5 μ s et une durée à mi-valeur qui est d'au moins 20 μ s sans normalement dépasser 30 μ s. Les impulsions doivent être appliquées phase à phase et séparément phase à terre.

NOTE Il s'agit d'une forme d'onde non standard mais il semble qu'il est nécessaire d'utiliser une courte durée de montée pour initier la décharge avec une longueur suffisante pour contenir assez d'énergie pour l'allumage. Cela est basé sur les résultats des expériences effectuées par Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB), en Allemagne.

Aucune explosion ne doit se produire.

6.2.3.2 Construction de rotor à cage

6.2.3.2.1 L'essai doit être effectué à l'aide d'une machine qui a un stator et un rotor représentatifs d'une machine finale, en termes de fer et d'enroulements de stator, et de fer et de cage de rotor. Cela doit comprendre les conduites, les bagues de centrage, les bagues sous les bagues terminales et les disques d'équilibrage, le cas échéant.

6.2.3.2.2 La cage de rotor doit faire l'objet d'un procédé de vieillissement comprenant un minimum de cinq essais avec rotor bloqué. La température maximale de la cage doit effectuer un cycle entre la température maximale de conception et une température inférieure à 70 °C. La tension appliquée ne doit pas être inférieure à 50 % de la tension assignée.

6.2.3.2.3 Après le procédé de vieillissement de 6.2.3.2.2, la machine doit être remplie ou immergée dans un mélange de gaz explosif constitué de $(21 \pm 5) \%$ d'hydrogène dans l'air, v/v. Les moteurs doivent subir 10 démarrages directs en ligne non couplés ou 10 essais avec rotor bloqué. Ces essais doivent avoir une durée d'au moins 1 s.

Aucune explosion ne doit se produire.

6.2.3.2.4 Pendant les essais, la tension à la borne ne doit pas tomber en dessous de 90 % de la tension assignée. La concentration d'hydrogène doit être confirmée après chaque essai.

6.3 Luminaires raccordés à un réseau

6.3.1 Essais mécaniques des douilles à vis autres que E10

Pour les douilles de types E14, E27 et E40, un culot d'essai conforme aux dimensions prescrites dans la CEI 60238 doit être complètement monté dans la douille avec un couple de serrage comme prescrit au tableau 11. Pour les douilles de types E13, E26 et E39, un essai équivalent doit être effectué sur la base des prescriptions dimensionnelles de la CEI 60238, modifiées selon les différences entre les culots pertinents données dans la CEI 60061-2.

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

6.2.3.1.3 Insulation systems and connection cables shall be tested in an explosive gas mixture comprised of $(21 \pm 5) \%$ hydrogen-in-air, v/v with a sinusoidal voltage of 1,5 times the rated r.m.s. line voltage for 3 min. The maximum rate of voltage rise shall be 0,5 kV/s. The voltage shall be applied between one phase and earth with the other phases earthed.

No explosion shall occur.

6.2.3.1.4 Insulation systems and connecting cables shall be tested in an explosive gas mixture comprised of $(21 \pm 5) \%$ hydrogen-in-air, v/v. They shall be subjected to 10 voltage impulses of three times peak phase voltage, with a tolerance of $\pm 3 \%$ and with a voltage rise time between 0,2 μ s and 0,5 μ s, and with a time to half value which is at least 20 μ s but normally not exceeding 30 μ s. The impulses shall be applied phase-to-phase and separately phase-to-earth.

NOTE This is a non-standard waveform but it is believed that it is necessary to use a short rise time to initiate discharge with a sufficient length to contain enough energy for ignition. This is based on the results of experiments conducted by Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB), in Germany.

No explosion shall occur.

6.2.3.2 Cage rotor construction

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

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

6.2.3.2.3 After the ageing process of 6.2.3.2.2, the machine shall be filled with, or immersed in, an explosive gas mixture comprised of $(21 \pm 5) \%$ hydrogen-in-air, v/v. Motors shall be subjected to 10 direct-on-line uncoupled starts or 10 locked rotor tests. These tests shall have a duration of at least 1 s.

No explosion shall occur.

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

6.3 Luminaires designed for mains supply

6.3.1 Mechanical tests for screw lampholders other than E10

For type E14, E27 and E40 lampholders, a test lamp cap in accordance with the dimensions specified in IEC 60238 shall be fully inserted into the lampholder, applying an insertion torque as prescribed in table 11. For type E13, E26, and E39 lampholders, an equivalent test shall be performed based on the dimensional requirements of IEC 60238, modified for differences between related lamp caps given in IEC 60061-2.

Le culot d'essai doit ensuite être partiellement dévissé en le tournant de 15° et le couple nécessaire alors pour retirer le culot ne doit pas être inférieur au couple minimal prescrit dans le tableau 11.

Tableau 11 – Couple de serrage et couple minimal de retrait

Taille du culot	Couple de serrage Nm	Couple minimal pour retirer le culot Nm
E14 / E13	1,0 ± 0,1	0,3
E27 / E26	1,5 ± 0,1	0,5
E40 / E39	3,0 ± 0,1	1,0

6.3.2 Essai thermique pour les luminaires avec lampes tubulaires à fluorescence

Une diode est connectée en série dans le circuit de la lampe et le luminaire est alimenté à une tension égale à 110 % de sa tension assignée. A la fin de l'essai, la température ne doit pas dépasser celle qui est donnée dans la CEI 60079-0 pour la classe de température.

La diode restant en circuit, le luminaire est ensuite alimenté à sa tension assignée, et la température limite donnée en 1 b) du tableau 3 ne doit pas être dépassée.

6.3.3 Essai au dioxyde de soufre pour la connexion des culots bipolaires aux douilles

La connexion doit faire l'objet d'un essai conformément à la CEI 60068-2-42 pendant une durée de 21 jours avec les contacts complètement assemblés.

Après l'essai, la résistance des contacts ne doit pas avoir augmentée de plus de 50 % de sa valeur initiale.

Les pôles des culots représentatifs doivent être en cuivre avec une finition d'au moins 0,8 µm et avoir subi un brillant chimique. Les pôles et leur disposition doivent être conformes aux prescriptions dimensionnelles indiquées dans la CEI 60400.

6.3.4 Essai de vibration pour les luminaires avec lampes bipolaires

Les luminaires doivent subir un essai d'endurance aux vibrations conformément à la CEI 60068-2-6.

Un échantillon complet du luminaire est monté par sa fixation normale à un dispositif d'essai fixe et exposé à des fréquences comprise entre 1 Hz et 100 Hz.

Entre 1 Hz et 9 Hz l'amplitude doit être de 1,5 mm; entre 9 Hz et 100 Hz le montage d'essai doit être soumis à une accélération de 0,5 g.

La vitesse de balayage de fréquence doit être de 1 octave par minute avec une exposition d'endurance de 20 cycles dans chacun des plans orthogonaux.

Après exposition, il ne doit y avoir aucune détérioration mécanique visible sur les pièces du luminaire. En outre, un courant doit être envoyé à travers les contacts de la lampe, en série à l'aide d'une alimentation en courant continu tel qu'illustré à la figure 4. Si les contacts de la douille sont mécaniquement asymétriques, l'essai doit être répété avec les contacts actifs inversés.

The test lamp cap shall then be partly withdrawn by rotating through at least 15° and the torque then required to remove the cap shall be not less than the minimum removal torque prescribed in table 11.

Table 11 – Insertion torque and minimum removal torque

Lamp cap size	Insertion torque Nm	Minimum removal torque Nm
E14 / E13	1,0 ± 0,1	0,3
E27 / E26	1,5 ± 0,1	0,5
E40 / E39	3,0 ± 0,1	1,0

6.3.2 Thermal test for luminaires with tubular fluorescent lamps

A diode is connected in series with the lamp, and the luminaire is supplied at a voltage of 110 % of its rated voltage. At the end of the test, the temperature shall not have exceeded that given in IEC 60079-0 for the temperature class.

With the diode in circuit, the luminaire is then supplied at rated voltage and the limiting temperature given in 1 b) of table 3 shall not be exceeded.

6.3.3 Sulphur dioxide test for the connection of bi-pin lamp caps to lampholders

The connections shall be tested according to IEC 60068-2-42 for a period of 21 days with the contacts fully assembled.

After the test, the contact resistance shall not have increased by more than 50 % of the initial value.

Representative lamp cap pins shall be made of brass with a minimum 0,8 µm finish, and chemically brightened. The pins and their arrangement shall conform to the dimensional requirements given in IEC 60400.

6.3.4 Vibration test for luminaires with bi-pin lamps

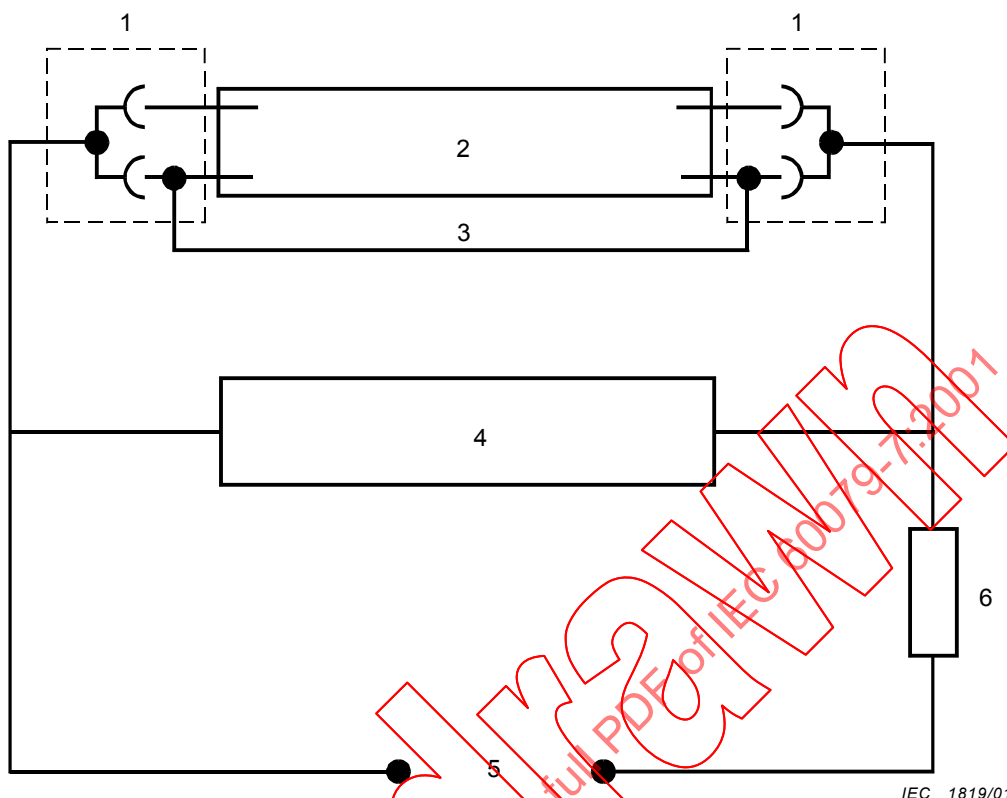
The luminaires shall be submitted to a vibration endurance test according to IEC 60068-2-6.

A complete sample of the luminaire is mounted by its normal fixings to a rigid test fixture, and exposed to frequencies between 1 Hz and 100 Hz.

Between 1 Hz and 9 Hz the amplitude shall be 1,5 mm; between 9 Hz and 100 Hz the test unit shall be subjected to an acceleration of 0,5 g.

The frequency sweep rate shall be 1 octave per minute with an endurance exposure of 20 cycles in each of the orthogonal planes.

After the exposure, there shall be no visible mechanical damage on all parts of the luminaire. Furthermore, current shall be passed through the lamp contacts, in series using a d.c. supply as shown in figure 4. If the lampholder contacts are mechanically asymmetrical, the test shall be repeated with the active contacts reversed.



Légende

- | | |
|-------------|----------------|
| 1 Douille | 4 Oscilloscope |
| 2 Lampe | 5 24 V c. c. |
| 3 Connexion | 6 Résistance |

Figure 4 – Disposition pour l'essai aux vibrations du luminaire

Une lampe d'essai spéciale est préparée en claquant les cathodes à l'aide d'un courant élevé et d'une connexion légère faite à travers la lampe.

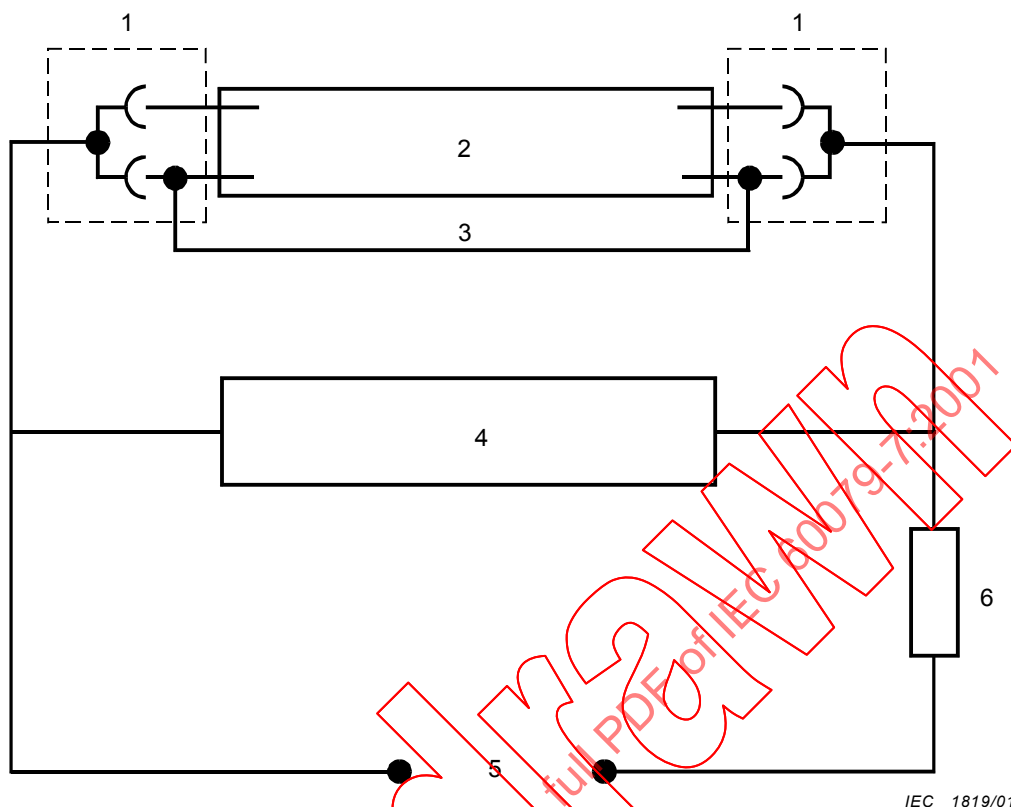
Le courant pendant l'essai doit être à la valeur efficace assignée pour la lampe.

Pendant l'essai, aucun signe d'interruption du courant ou de changement dans la tension des contacts ne doit être observé.

6.4 Appareils de mesure et transformateurs de mesure

6.4.1 Les échauffements des transformateurs de courant avec leurs enroulements secondaires en court-circuit, ainsi que les échauffements des circuits de courant des appareils de mesure lorsqu'ils sont parcourus par le courant I_{th} pendant 1 s peuvent être déterminés soit par calcul soit par essai. Dans le cas où ils sont calculés, on doit tenir compte de la variation de résistance en fonction de la température, mais négliger les pertes de chaleur.

6.4.2 La résistance aux efforts électrodynamiques des circuits de courant doit être vérifiée par un essai. Les transformateurs de courant doivent être soumis à un essai avec leurs enroulements secondaires en court-circuit. La durée de l'essai dynamique doit être d'au moins 0,01 s avec un courant primaire de valeur de crête au moins égal à I_{dyn} pendant au moins une crête.

**Key**

- 1 Lampholder
- 2 Lamp
- 3 Connection

- 4 Oscilloscope
- 5 24 V d.c.
- 6 Resistor

Figure 4 – Arrangement for the luminaire vibration test

A special test lamp is prepared by disrupting the cathodes using a high current and a lightweight connection made across the lamp.

The current during the test shall be the rated r.m.s. value for the lamp.

During the test no evidence of current interruption or change in contact voltage shall be observed.

6.4 Measuring instruments and instrument transformers

6.4.1 The temperature rise of current transformers with their secondary windings short-circuited and of the current-carrying parts of measuring instruments when the current I_{th} flows for 1 s may be established by calculation or test. In making these calculations, the temperature coefficient of resistance shall be taken into account but heat losses shall be ignored.

6.4.2 The dynamic strength of current-carrying parts shall be verified by testing. Current transformers shall be subjected to the test with their secondary windings short-circuited. The duration of the dynamic test shall be at least 0,01 s with a primary current peak value not less than I_{dyn} for at least one peak.

La durée de l'essai thermique doit être d'au moins 1 s avec un courant primaire d'une valeur efficace au moins égale à I_{th} .

L'essai dynamique peut être combiné avec l'essai thermique à condition que:

- le premier courant de crête important de l'essai soit au moins égal au courant dynamique (I_{dyn}); et que
- l'essai soit fait à un courant I pendant une durée t de telle manière que la valeur numérique de $(I^2 t)$ soit au moins égale à $(I_{th})^2$ et pourvu que t soit compris entre 0,5 s et 5 s.

6.4.3 Un essai de surtension entre spires doit être effectué sur les transformateurs de courant suivant la méthode donnée dans la CEI 60044-6 mais avec une valeur efficace du courant primaire égale à 1,2 fois la valeur assignée du courant primaire.

6.5 Transformateurs autres que les transformateurs de mesure

L'échauffement des transformateurs doit être déterminé par un essai au cours duquel le transformateur est connecté à la charge spécifiée. Tout dispositif de protection incorporé ou complètement spécifié doit être en circuit.

De plus, si la charge spécifiée ne constitue pas une partie du matériel pour lequel la conformité avec la présente norme est demandée, le transformateur doit être soumis à un essai dans les conditions de charge les plus défavorables, y compris le court-circuit des enroulements secondaires. Tout dispositif de protection incorporé ou complètement spécifié doit être en circuit.

6.6 Accumulateurs

6.6.1 Application des essais

Ces essais de type s'appliquent aux batteries auxquelles les prescriptions complémentaires de 5.7.1 s'appliquent.

6.6.2 Résistance d'isolement

6.6.2.1 Les conditions des essais doivent être les suivantes:

- a) la tension de mesure de l'ohmmètre doit être au moins égale à 100 V;
- b) toutes les connexions de la batterie aux circuits extérieurs, et éventuellement de la batterie au coffre de batterie, doivent être débranchées;
- c) les éléments doivent être remplis d'électrolyte jusqu'au niveau maximal admissible.

6.6.2.2 La résistance d'isolement est considérée satisfaisante si la valeur mesurée est au moins égale à la valeur spécifiée en 5.7.1.3.7.

6.6.3 Essai de choc

6.6.3.1 Généralités

Les batteries qui, en service normal, sont soumises à des chocs mécaniques doivent être soumises à cet essai. Les autres batteries n'ont pas à être soumises à cet essai mais leur marquage doit alors comprendre le symbole «X» conformément à i) de 27.2 de la CEI 60079-0.

The duration of the thermal test shall be at least 1 s with an r.m.s. value of primary current not less than I_{th} .

The dynamic test may be combined with the thermal test provided that

- the first major peak current of the test is not less than the dynamic current (I_{dyn}), and
- the test is made at a current I for a time t such that (I^2t) is not numerically less than $(I_{th})^2$ and provided t has a value between 0,5 s and 5 s.

6.4.3 An inter-turn overvoltage test shall be carried out on current transformers by the method given in IEC 60044-6 but with an r.m.s. value of primary current equal to 1,2 times the rated value of primary current.

6.5 Transformers other than instrument transformers

The temperature rise of transformers shall be determined by test while connected to the specified load. Any integral or fully-specified protective device shall be in circuit.

Additionally, if the specified load does not form part of the apparatus for which compliance with this standard is claimed, the transformer shall be tested under the most adverse load conditions, including short-circuit of secondary windings. Any integral or fully-specified protective device shall be in circuit.

6.6 Secondary batteries

6.6.1 Application of tests

These type tests are applied to batteries to which the additional requirements of 5.7.1 apply.

6.6.2 Insulation resistance

6.6.2.1 Test conditions are as follows:

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

6.6.2.2 The insulation resistance is considered satisfactory if the measured value is equal to at least the value specified in 5.7.1.3.7.

6.6.3 Shock test

6.6.3.1 General

Batteries which are subject to mechanical shocks in normal service shall be submitted to this test. Other batteries are not to be submitted to this test but their marking shall then include the sign "X" according to i) of 27.2 of IEC 60079-0.

L'essai doit être effectué uniquement sur des échantillons d'éléments et leurs connexions. Lorsque des éléments de construction similaire sont prévus dans différentes capacités, il n'est pas nécessaire de vérifier chaque capacité mais uniquement un nombre suffisant d'entre elles pour permettre l'évaluation du comportement de la série complète.

6.6.3.2 Conditions de l'essai

Un essai doit être effectué sur chaque échantillon comprenant au moins deux fois deux éléments neufs, complètement chargés et avec leurs éléments de connexion entre éléments, disposés dans un coffre approprié. Chaque échantillon doit être en condition de prêt à l'emploi.

Chaque échantillon doit être monté dans sa position normale d'emploi et par ses moyens normaux de fixation, soit directement soit au moyen d'une fixation rigide, sur la surface de montage de la machine à chocs. La fixation doit être conforme aux prescriptions de 4.3 de la CEI 60068-2-27.

La machine à chocs doit produire une impulsion semi-sinusoïdale comme indiqué à la figure 2 de la CEI 60068-2-27. La tolérance sur la variation de vitesse, le mouvement transversal et la chaîne de la mesure doivent satisfaire respectivement aux prescriptions de 4.1.2, 4.1.3 et 4.2 de la CEI 60068-2-27. L'accélération de crête doit être de 5 g, comme défini au tableau 1 de la CEI 60068-2-27.

6.6.3.3 Déroulement de l'essai

Le déroulement de l'essai de chaque échantillon doit être le suivant:

- a) la capacité de chaque échantillon est déterminée;
- b) un courant constant de décharge en 5 h est débité durant l'épreuve;
- c) 15 chocs indépendants sont appliqués comme suit sur chaque échantillon:
 - trois chocs successifs orientés verticalement vers le haut,
 - trois chocs successifs dans chaque direction de deux axes perpendiculaires du plan horizontal. Ces axes sont choisis de manière à révéler les faiblesses éventuelles;
- d) après recharge, la capacité est à nouveau déterminée.

6.6.3.4 Critères d'acceptation

Les trois conditions suivantes doivent être satisfaisantes sur chaque échantillon:

- a) pas de variation brutale de la tension durant l'épreuve;
- b) pas de dommages ou de déformations visibles;
- c) pas de réduction de plus de 5 % de la capacité.

6.6.4 Essai de ventilation du coffre de batterie

6.6.4.1 Le but de l'essai est de déterminer la teneur maximale en hydrogène à l'intérieur du coffre de batterie et le dimensionnement suffisant de ses orifices de ventilation. Pour cela, de l'hydrogène est dégagé dans le coffre de batterie.

6.6.4.2 Le débit d'hydrogène à dégager dans le coffre de batterie doit être déterminé par la formule suivante:

$$\text{Hydrogène (m}^3\text{/h)} = \text{nombre d'éléments} \times \text{capacités (Ah)} \times 5 \times 10^{-6}$$

NOTE La formule est valable en cas d'utilisation d'hydrogène pur. Lorsque de l'hydrogène impur est utilisé, il convient que le débit soit suffisamment augmenté pour compenser l'impureté de l'hydrogène.

The test shall be carried out only on samples of cells and their connections. Where cells of similar construction are foreseen in a range of capacities, it is not necessary to test every capacity but only a sufficient number of them to allow assessment of the behaviour of the complete range.

6.6.3.2 Test conditions

A test shall be carried out on each sample, comprising at least 2 x 2 new and fully-charged cells complete with intercell connectors, installed in a suitable container. Each sample shall be in ready-for-use condition.

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

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

6.6.3.3 Test procedure

The test procedure for each sample shall be as follows:

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

6.6.3.4 Acceptance criteria

The following three conditions shall be satisfied for each sample:

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

6.6.4 Test for ventilation of battery container

6.6.4.1 The purpose of the test is the determination of the maximum hydrogen concentration within the battery container and the adequate dimensioning of its ventilation openings. For this, hydrogen is released within the battery container.

6.6.4.2 The flow rate of hydrogen to be released in the battery container shall be determined by the following formula:

$$\text{Hydrogen (m}^3\text{/h)} = \text{number of cells} \times \text{capacity (Ah)} \times 5 \times 10^{-6}$$

NOTE The formula is valid when pure hydrogen is used. When impure hydrogen is used, the flow rate should be sufficiently increased to compensate for the impurity of the hydrogen.

6.6.4.3 L'une des méthodes suivantes peut être utilisée. Le choix doit se faire par accord entre la station d'essai et le demandeur.

L'épreuve doit être réalisée à la pression atmosphérique existante à la station d'essais et dans un emplacement sans courants d'air appréciables.

a) Méthode 1

La partie du coffre de batterie qui contient normalement les éléments doit être équipée de boîtes fermées. Les couvercles des boîtes doivent être munis de bouchons de remplissage et d'orifices de ventilation identiques par leur forme, leur nombre et leur disposition à ceux qui existent sur les éléments. La disposition des boîtes doit être telle que la ventilation naturelle existant normalement entre les éléments reste inchangée.

Dans l'espace au-dessus des boîtes, de l'hydrogène doit être introduit par les bouchons de remplissage et les orifices de ventilation à un débit constant correspondant au mode de construction des éléments et à leur capacité. Le volume d'hydrogène nécessaire doit être déterminé suivant la formule mentionnée en 6.6.4.2.

L'hydrogène doit être distribué uniformément entre chaque bouchon de remplissage et les orifices de ventilation.

b) Méthode 2

Le coffre de batterie doit être équipé d'une batterie comprenant le nombre, le type et la capacité des éléments qu'il est destiné à contenir en service.

Les éléments doivent être neufs, chargés complètement et connectés en série.

Un courant de surcharge doit traverser la batterie afin de produire un débit constant d'hydrogène correspondant au nombre, aux dimensions, au mode de construction et à la capacité des éléments de la batterie.

Le volume d'hydrogène à dégager doit être déterminé par la formule donnée en 6.6.4.2. Le courant de surcharge est déterminé par la formule suivante:

$$\text{courant de surcharge} = \frac{\text{hydrogène}}{\text{nombre d'éléments} \times 0,44 \times 10^{-3}}$$

où le courant de surcharge est en ampères et l'hydrogène en mètres cubes par heure.

Au début de l'essai, la température ambiante, la température du coffre de batterie et la température des éléments ou des boîtes qui simulent les éléments, ne doivent pas être différentes de plus de 4 K l'une par rapport à l'autre. Ces températures doivent être comprises entre 15 °C et 25 °C.

6.6.4.4 L'épreuve doit être poursuivie jusqu'à ce que quatre mesures consécutives aient montré que l'accroissement de la teneur en hydrogène ne dépasse pas la moyenne des quatre mesures de plus de 5 %. Si la concentration d'hydrogène diminue au cours de la mesure, c'est la valeur mesurée maximale qui doit être retenue.

L'intervalle de temps entre les mesures consécutives ne doit pas être inférieur à 30 min. Si, dans le cas d'une mesure continue, des valeurs élevées de concentration sont mesurées pendant de courtes périodes, elles peuvent être ignorées si la période est inférieure à 30 min.

La mesure de la concentration d'hydrogène doit être prise en différentes positions sous le couvercle afin de localiser et de mesurer la concentration la plus élevée dans le coffre.

La mesure doit être effectuée approximativement au centre de la surface supérieure des éléments (ou des boîtes fermées) et du couvercle du coffre de batterie et à distance des bouchons de remplissage et des orifices de ventilation.

6.6.4.3 One of the following methods may be used. The choice shall be by agreement between the testing station and the applicant.

The test shall be carried out at the barometric pressure at the testing station and in an area free from appreciable draughts.

a) Method 1

That part of the battery container which normally contains the cells shall be fitted with closed boxes. The lids of the boxes shall be provided with filler and vent plugs identical in form, number and location with those on the cells. The location of the boxes shall be such that the natural ventilation normally existing between the cells is unchanged.

Into the space above the boxes, hydrogen shall be fed through the filler and vent plugs with a constant flow corresponding to the type of construction of the cells and to their capacity. The volume of hydrogen required shall be determined from the formula given in 6.6.4.2.

The hydrogen shall be distributed equally amongst all the filler and vent plugs.

b) Method 2

The battery container shall be equipped with a battery made up of cells of the number, type and capacity intended to be used in service.

The cells shall be new, fully charged and connected in series.

An overcharging current shall be passed through the battery to produce hydrogen at a constant flow corresponding to the number, size, type of construction and capacity of the cells in the battery.

The volume of hydrogen to be released shall be determined by the formula given in 6.6.4.2. The overcharging current is determined by the following formula:

$$\text{overcharging current} = \frac{\text{hydrogen}}{\text{number of cells} \times 0,44 \times 10^{-3}}$$

where overcharging current is in amperes and hydrogen is in cubic meters per hour.

At the beginning of the test, the ambient temperature, the temperature of the battery container and the temperature of the cells or of the boxes simulating the cells shall not differ from each other by more than 4 K. These temperatures shall be between 15 °C and 25 °C.

6.6.4.4 The test shall be continued until four consecutive measurements have shown that the increase in the hydrogen concentration does not exceed the mean of the four measurements by more than 5 %. If the hydrogen concentration decreases in the course of measurement, the maximum measured value shall be considered.

The time interval between consecutive measurements shall be not less than 30 min. If, in the case of continuous measurement, high concentration values are measured for short periods, these may be omitted if the period is less than 30 min.

The measurement of the hydrogen concentration shall be made at different positions beneath the cover in order to locate and measure the highest concentration in the container.

The measurement shall be made approximately central to the upper surface of the cells (or closed boxes) and the cover of the battery container and at a distance from the filler and vent plugs.

6.6.4.5 L'essai doit être effectué au moins deux fois.

6.6.4.6 L'essai est satisfaisant si la teneur en hydrogène ainsi déterminée ne dépasse pas 2 %.

6.7 Coffrets de raccordement et de jonction d'usage général

Le coffret de raccordement ou de jonction d'usage général doit être équipé d'une série de bornes correspondant au «cas le plus défavorable» munies de conducteurs ayant la section maximale spécifiée pour chaque borne particulière. La longueur du conducteur connecté à chaque borne et contenu dans l'enveloppe doit être égale à la dimension interne maximale (diagonale tridimensionnelle) de l'enceinte. Le câble doit être disposé de sorte que le courant d'essai passe à travers chaque borne et son câblage en série. Afin de représenter les effets thermiques de la mise en faisceau des conducteurs ainsi que les autres effets d'installations types, les conducteurs doivent être disposés en groupes de six avec une longueur hors de la boîte d'au moins 0,5 m.

Le circuit doit être parcouru par un courant égal au courant assigné de la borne pour l'application. La température de la partie la plus chaude doit être mesurée quand les conditions de stabilité ont été obtenues.

Si la valeur limite de la puissance dissipée maximale doit être déterminée pour une classe de température particulière, il est nécessaire de varier le nombre de bornes et de refaire l'essai jusqu'à ce que la température limite soit approchée. La puissance dissipée maximale assignée (voir 5.8.a) et l'annexe E) doit être calculée à l'aide de la résistance du circuit à 20 °C et du courant assigné appliqué dans l'essai.

NOTE 1 La borne correspondant au «cas le plus défavorable» est celle présumée présenter l'échauffement le plus grand.

NOTE 2 La puissance dissipée maximale assignée est calculée à l'aide de la valeur de résistance à 20 °C pour faciliter le calcul des combinaisons permises de bornes, câblage et courants (voir annexe E).

6.8 Eléments de chauffage par résistance et unités de chauffage par résistance

6.8.1 Les présents essais de type s'appliquent aux éléments de chauffage par résistance et aux unités de chauffage par résistance auxquels s'appliquent les prescriptions complémentaires de 5.9.

6.8.2 Les essais doivent être effectués sur un échantillon ou un prototype de l'élément de chauffage par résistance. Sauf spécifications contraires, les essais doivent être effectués à une température comprise entre 10 °C et 25 °C.

6.8.3 L'isolation électrique d'un échantillon ou d'un prototype doit être vérifiée par immersion de la partie concernée dans de l'eau du robinet pendant 30 min, puis en soumettant l'échantillon ou le prototype à l'essai indiqué en a), suivi de celui indiquée en b):

a) Appliquer une tension d'une valeur efficace de $500 \text{ V} + 2U_n^{+5}_0 \%$, où U_n est la tension

assignée du matériel, pendant 1 min, avec le revêtement électriquement conducteur prévu en 5.9.7 exposé entièrement à l'eau. La tension est appliquée entre le conducteur chauffant et le revêtement conducteur ou l'eau, lorsqu'il n'y a pas de revêtement conducteur.

Lorsqu'il y a deux conducteurs ou plus, électriquement isolés les uns des autres, la tension est appliquée entre chaque paire de conducteurs et ensuite entre chaque conducteur et le revêtement conducteur ou l'eau. Si nécessaire, les connexions entre conducteurs, y compris ceux qui sont sous isolation, doivent être déconnectées, par exemple avec un câble de chauffage parallèle.

6.6.4.5 The test shall be carried out at least twice.

6.6.4.6 The test is satisfactory if the hydrogen concentration thus determined does not exceed 2 %.

6.7 General purpose connection and junction boxes

The general purpose connection or junction box shall be fitted with a number of the "worst case" terminals that are wired using conductors of the maximum size specified for that particular terminal. The length of conductor connected to each terminal and contained within the enclosure shall be equal to the maximum internal dimension (three-dimensional diagonal) of the enclosure. The wiring shall be arranged such that the test current is passed through each terminal and its wiring in series. In order to represent the thermal effects of bunching of conductors and also other effects of typical installations, the conductors shall be arranged in groups of six with a length outside the box of at least 0,5 m.

A current equal to the rated current of the terminal for the application shall be passed through the series circuit. The temperature of the hottest part shall be measured when steady state conditions have been reached.

If the limiting value of the maximum dissipated power has to be determined for a particular temperature class, then it is necessary to vary the number of terminals and repeat the test until the limiting temperature is approached. The rated maximum dissipated power (see 5.8 a) and annex E) shall be calculated using the circuit resistance at 20 °C and the rated current applied in the test.

NOTE 1 The "worst case" terminal is that which has been found to exhibit the highest temperature rise.

NOTE 2 The rated maximum dissipated power is calculated using the 20 °C resistance value to facilitate the calculation of permissible combinations of terminals, wiring and currents (see annex E).

6.8 Resistance heating devices and resistance heating units

6.8.1 These type tests apply to resistance heating devices and resistance heating units to which the additional requirements of 5.9 apply.

6.8.2 The tests shall be carried out on a sample or prototype of the resistance heating device. Unless otherwise specified, the tests shall be carried out at a temperature between 10 °C and 25 °C.

6.8.3 The verification of the electrical insulation of the sample or prototype shall be by immersion of the relevant part in tap water for 30 min and then subjecting the sample or prototype to the test in a) followed by that in b):

- a) Apply an r.m.s. voltage of $500 \text{ V} + 2U_n \frac{+5}{0} \%$, where U_n is the rated voltage of the apparatus, for 1 min, with the conductive covering foreseen in 5.9.7 entirely exposed to the water. The voltage is applied between the heating conductor and the conductive covering or, where there is no conductive covering, the water.

When there are two or more conductors electrically insulated from each other, the voltage is applied between each pair of conductors and then between each conductor and the conductive covering or the water. Connections between conductors, including those under insulation, shall be broken if necessary, for example with parallel heating cable.

- b) La résistance d'isolement doit ensuite être mesurée par une source de tension continue de 500 V (valeur nominale). La tension est appliquée entre le conducteur chauffant et le revêtement métallique ou l'eau, lorsqu'il n'y a pas de revêtement métallique. Le prototype ou échantillon doit avoir une résistance d'isolement d'au moins 20 MΩ. Cependant pour des éléments de chauffage par résistance comprenant des câbles ou des rubans, pouvant avoir, en installation, une longueur supérieure à 75 m, la résistance d'isolement ne doit pas être inférieure à 1,5 MΩ·km (par exemple, 500 MΩ pour un échantillon de 3 m).

6.8.4 La stabilité thermique des matériaux isolants de l'élément de chauffage par résistance doit être vérifiée sur un échantillon ou prototype, en le conditionnant à l'air à une température de 20 K supérieure à la température maximale de service, et égale à au moins 80 °C, pendant au moins quatre semaines, puis ensuite à une température comprise entre –25 °C et –30 °C pendant au moins 24 h. La conformité de l'échantillon ou du prototype doit alors être vérifiée par un essai de l'intégrité de l'isolation électrique selon 6.8.3 a) et b).

6.8.5 L'essai de tenue au choc doit être effectué sur deux nouveaux échantillons ou prototypes avec un appareil d'essai similaire à celui décrit à l'annexe D de la CEI 60079-0 en utilisant une pièce de frappe hémisphérique en acier trempé avec une énergie de choc suivant le degré de risque mécanique spécifié en 23.4.3.1 de cette même norme, à moins que l'élément ou l'unité de chauffage par résistance ne soit protégé par une enveloppe respectant les prescriptions pour les enveloppes contenues en 23.4.3.1 de la CEI 60079-0.

6.8.6 La vérification du courant d'appel au froid doit être effectuée sur trois échantillons ou prototypes de l'élément de chauffage par résistance fixé à une masse thermique ou à un radiateur dans une enceinte froide dont la température est stabilisée à $\pm 2^\circ\text{C}$ près de la valeur de température froide déclarée par le constructeur.

La tension de fonctionnement doit être appliquée aux échantillons sans les retirer de leurs environnement froid et un relevé continu du courant pendant la première minute de mise sous tension est effectué.

6.8.7 Les essais pour des constructions particulières d'éléments ou d'unités de chauffage par résistance doivent être effectués conformément à l'annexe B.

6.9 Essais des matériaux isolants des bornes

Une borne échantillon doit être montée comme pour l'utilisation en service et elle doit ensuite être soumise aux essais d'endurance thermique de 7.2 de la CEI 60079-0. A la fin des essais, un conducteur en cuivre de la taille assignée maximale doit être installé conformément aux instructions du constructeur. Une force de traction correspondant à la taille du conducteur indiquée au tableau 12 doit être appliquée progressivement au conducteur et maintenue à cette valeur pendant 1 min. Le conducteur ne doit pas sortir de l'unité de serrage et l'ensemble de la borne ne doit pas se séparer de son isolateur.

- b) Measure the insulation resistance with a d.c. source voltage (nominal) of 500 V. The voltage is applied between the heating conductor and the metallic covering, or where there is no metallic covering, the water. The sample or prototype shall have an insulation resistance of at least 20 M Ω . However, for resistance heating devices comprising cable or tape, having a possible installed length greater than 75 m, the insulation shall have a resistivity not less than 1,5 M Ω ·km (for example, 500 M Ω for a 3 m sample).

6.8.4 The thermal stability of the insulating materials of the resistance heating device shall be verified on a sample or prototype by conditioning it in air at a temperature 20 K greater than the maximum operating temperature, but not less than 80 °C, for at least four weeks and subsequently at a temperature between –25 °C and –30 °C for at least 24 h. Compliance of the sample or prototype shall be verified by submitting it to the insulation integrity test of 6.8.3 a) and b).

6.8.5 The test for resistance to impact shall be carried out on two new samples or prototypes with an apparatus similar to that shown in annex D of IEC 60079-0. A hemispherical hardened steel impact head shall be used with an impact energy according to the degree of mechanical risk as prescribed in 23.4.3.1 of that standard, unless the resistance heating device or unit is protected by an enclosure complying with the requirements for enclosures in 23.4.3.1 of IEC 60079-0.

6.8.6 The test for the cold start current shall be carried out on three samples or prototypes of the resistance heating device attached either to a thermal mass or to a heat sink in a cold chamber stabilized at the manufacturer's declared cold start temperature ± 2 °C.

The operating voltage shall be applied to the samples without removing them from the cold environment and a continuous record is made of the current flow obtained during the first minute of energization.

6.8.7 Tests for specific forms of resistance heating devices or units shall be carried out in accordance with annex B.

6.9 Terminal insulating material tests

A sample terminal shall be mounted as intended in service and shall then be subjected to the thermal endurance tests of 7.2 of IEC 60079-0. At the conclusion of the testing, a copper conductor of the maximum rated size shall be installed in accordance with manufacturer's instructions. A pulling force corresponding to the conductor size given in table 12 shall be applied gradually to the conductor and maintained at that value for 1 min. The conductor shall not become dislodged from the clamping unit and the terminal assembly shall not separate from the terminal insulator.

Tableau 12 – Valeur pour les essais de décrochage

Taille du conducteur ISO mm ²	Taille du conducteur AWG AWG or kcmil	Force de traction N
0,5	20	30
0,75	18	30
1,0	17	35
1,5	16	40
2,5	14	50
4	12	60
6	10	80
10	8	90
16	6	100
25	4	135
35	2	190
50	0	285
70	00	285
95	000	351
120	250 kcmil	427
150	300 kcmil	441
185	350 kcmil	503
240	500 kcmil	578
300	600 kcmil	578
350	700 kcmil	645
380	750 kcmil	690
400	800 kcmil	690
450	900 kcmil	703
500	1 000 kcmil	779
630	1 250 kcmil	966
750	1 500 kcmil	1 175
890	1 750 kcmil	1 348
1 000	2 000 kcmil	1 522
NOTE 1 Valeurs prises dans la CEI 60999-1, la CEI 60999-2 et la CEI 60947-1.		
NOTE 2 L'annexe F donne la comparaison entre AWG et tailles métriques.		

7 Vérifications et essais de série

7.1 Les présentes prescriptions complètent celles de l'article 24 de la CEI 60079-0, qui sont également applicables au mode de protection augmentée «e».

7.2 Un essai de rigidité diélectrique doit être effectué conformément à 6.1. Sinon, un essai doit être réalisé à 1,2 fois la tension d'épreuve, mais maintenue pendant au moins 100 ms.

NOTE Dans certains cas, la durée d'épreuve réelle pourrait dépasser sensiblement 100 ms, car un échantillon avec une grande capacité répartie peut prendre plus longtemps pour atteindre la tension d'essai réelle.

7.3 Contrairement à 7.2, la rigidité diélectrique des batteries doit être vérifiée conformément à 6.6.2.

La résistance d'isolement d'une batterie est considérée comme suffisante lorsque la valeur prescrite en 5.7.1.3.7 est obtenue.

7.4 Un essai de surtension entre spires doit être effectué sur les transformateurs de courant suivant la méthode donnée dans la CEI 60044-6 avec un courant primaire d'une valeur efficace égale à la valeur assignée du courant primaire.

Table 12 – Value for pull-out tests

Size of conductor ISO mm ²	Size of conductor AWG	Pull-out force N
0,5	20	30
0,75	18	30
1,0	17	35
1,5	16	40
2,5	14	50
4	12	60
6	10	80
10	8	90
16	6	100
25	4	135
35	2	190
50	0	285
70	00	285
95	000	351
120	250 kcmil	427
150	300 kcmil	441
185	350 kcmil	503
240	500 kcmil	578
300	600 kcmil	578
350	700 kcmil	645
380	750 kcmil	690
400	800 kcmil	690
450	900 kcmil	703
500	1 000 kcmil	779
630	1 250 kcmil	966
750	1 500 kcmil	1 175
800	1 750 kcmil	1 348
1 000	2 000 kcmil	1 522
NOTE 1 Values derived from IEC 60999-1, IEC 60999-2 and IEC 60947-1.		
NOTE 2 Annex F gives the comparison between AWG and metric sizes.		

7 Routine verifications and routine tests

7.1 These requirements supplement the requirements of clause 24 of IEC 60079-0 which are applicable also to type of protection increased safety "e".

7.2 A dielectric strength test shall be carried out in accordance with 6.1. Alternatively, a test shall be carried out at 1,2 times the test voltage, but maintained for at least 100 ms.

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

7.3 Contrary to 7.2, the dielectric strength test for batteries shall be carried out in accordance with 6.6.2.

The insulation resistance of a battery is considered satisfactory when the value required by 5.7.1.3.7 is obtained.

7.4 An inter-turn overvoltage test shall be carried out on current transformers by the method given in IEC 60044-6, with an r.m.s. value of primary current equal to the rated value of primary current.

8 Marquage et instructions

8.1 Marquage général

Les présentes prescriptions complètent celles de l'article 27 de la CEI 60079-0 qui sont également applicables au mode de protection à sécurité augmentée «e». Le marquage du matériel électrique doit, en plus, comporter les indications suivantes:

- a) tension assignée et courant ou puissance assigné(e);

NOTE Pour le matériel prévu autrement que pour le facteur de puissance unitaire, les deux valeurs doivent être marquées.

- b) pour les machines électriques tournantes et, si nécessaire, les électro-aimants en courant alternatif, le rapport du courant de démarrage I_A/I_N et la durée t_E ;
- c) pour les instruments de mesure avec pièces parcourues par un courant et pour les transformateurs de courant, la valeur du courant de court-circuit I_{SC} ;
- d) pour les luminaires, les caractéristiques des lampes à utiliser, par exemple les caractéristiques électriques assignées et, si nécessaire, les dimensions;
- e) pour les coffrets de raccordement ou de jonction d'usage général, les caractéristiques assignées exprimées en termes
- soit de puissance dissipée maximale assignée,
 - soit d'ensemble de valeurs comprenant pour chaque borne, la taille, le nombre et la taille admissibles des conducteurs et le courant maximal;
- f) les limitations d'emploi, par exemple utilisation exclusive dans des environnements propres;
- g) les caractéristiques de dispositifs spéciaux de protection lorsqu'ils sont nécessaires, par exemple pour le contrôle de la température ou pour des conditions de démarrage pénible, et pour les conditions spéciales d'alimentation, par exemple pour les convertisseurs;
- h) pour les batteries conformes à 5.7:
- le mode de construction des éléments;
 - le nombre d'éléments et la tension nominale;
 - la capacité assignée avec la durée de décharge correspondante.

Si aucune mesure de sécurité comme celle qui est prévue dans la note de 5.7.1.1 n'est appliquée, le coffre de la batterie doit porter le marquage suivant:

«ATTENTION – NE PAS CHARGER DANS UNE ZONE DANGEREUSE.»

8.2 Instructions d'utilisation

Des consignes d'utilisation (consignes d'entretien) destinées à être apposées dans le local de charge doivent être fournies avec chaque batterie. Elles doivent comprendre toutes les instructions nécessaires pour la charge, le service et l'entretien.

Les consignes d'utilisation doivent comprendre au moins les renseignements suivants:

- le nom du constructeur ou du fournisseur ou sa marque commerciale déposée;
- la désignation de type donnée par le constructeur;
- le nombre d'éléments et la tension nominale de la batterie;
- la capacité assignée et la durée de décharge correspondante;
- les instructions pour la charge;