

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC
79-7**

Deuxième édition
Second edition
1990-08

Edition consolidée comprenant les amendements 1 (1991) et 2 (1993)
Consolidated edition comprising amendments 1 (1991) and 2 (1993)

**Matériel électrique pour atmosphères
explosives gazeuses**

**Septième partie:
Sécurité augmentée «e»**

**Electrical apparatus for explosive gas
atmospheres**

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



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 79-7: 1990

Validité de la présente publication

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 la date de reconfirmation de la publication sont disponibles auprès du Bureau Central de la CEI.

Les renseignements relatifs à ces révisions, à l'établissement des éditions révisées et aux amendements peuvent être obtenus auprès des Comités nationaux de la CEI et dans les documents ci-dessous:

- Bulletin de la CEI
- Annuaire de la CEI
Publié annuellement
- Catalogue des publications de la CEI
Publié annuellement et mis à jour régulièrement

Terminologie

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la CEI 50: *Vocabulaire Electrotechnique International* (VEI), qui se présente sous forme de chapitres séparés traitant chacun d'un sujet défini. Des détails complets sur le VEI peuvent être obtenus sur demande. Voir également le dictionnaire multilingue de la CEI.

Les termes et définitions figurant dans la présente publication ont été soit tirés du VEI, soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

Symboles graphiques et littéraux

Pour les symboles graphiques, les symboles littéraux et les signes d'usage général approuvés par la CEI, le lecteur consultera:

- la CEI 27: *Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique;*
- la CEI 417: *Symboles graphiques utilisables sur le matériel. Index, relevé et compilation des feuilles individuelles;*
- la CEI 617: *Symboles graphiques pour schémas;*

et pour les appareils électromédicaux,

- la CEI 878: *Symboles graphiques pour équipements électriques en pratique médicale.*

Les symboles et signes contenus dans la présente publication ont été soit tirés de la CEI 27, de la CEI 417, de la CEI 617 et/ou de la CEI 878, soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

Publications de la CEI établies par le même comité d'études

L'attention du lecteur est attirée sur les listes figurant à la fin de cette publication, qui énumèrent les publications de la CEI préparées par le comité d'études qui a établi la présente publication.

Validity of this publication

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 the date of the reconfirmation of the publication is available from the IEC Central Office.

Information on the revision work, the issue of revised editions and amendments may be obtained from IEC National Committees and from the following IEC sources:

- IEC Bulletin
- IEC Yearbook
Published yearly
- Catalogue of IEC publications
Published yearly with regular updates

Terminology

For general terminology, readers are referred to IEC 50: *International Electrotechnical Vocabulary (IEV)*, which is issued in the form of separate chapters each dealing with a specific field. Full details of the IEV will be supplied on request. See also the IEC Multilingual Dictionary.

The terms and definitions contained in the present publication have either been taken from the IEV or have been specifically approved for the purpose of this publication.

Graphical and letter symbols

For graphical symbols, and letter symbols and signs approved by the IEC for general use, readers are referred to publications:

- IEC 27: *Letter symbols to be used in electrical technology;*
- IEC 417: *Graphical symbols for use on equipment. Index, survey and compilation of the single sheets;*
- IEC 617: *Graphical symbols for diagrams;*

and for medical electrical equipment,

- IEC 878: *Graphical symbols for electromedical equipment in medical practice.*

The symbols and signs contained in the present publication have either been taken from IEC 27, IEC 417, IEC 617 and/or IEC 878, or have been specifically approved for the purpose of this publication.

IEC publications prepared by the same technical committee

The attention of readers is drawn to the end pages of this publication which list the IEC publications issued by the technical committee which has prepared the present publication.

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC
79-7**

Deuxième édition
Second edition
1990-08

Edition consolidée comprenant les amendements 1(1991) et 2 (1993)
Consolidated edition comprising amendments 1 (1991) and 2 (1993)

**Matériel électrique pour atmosphères
explosives gazeuses**

**Septième partie:
Sécurité augmentée «e»**

**Electrical apparatus for explosive gas
atmospheres**

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

© CEI 1990 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.

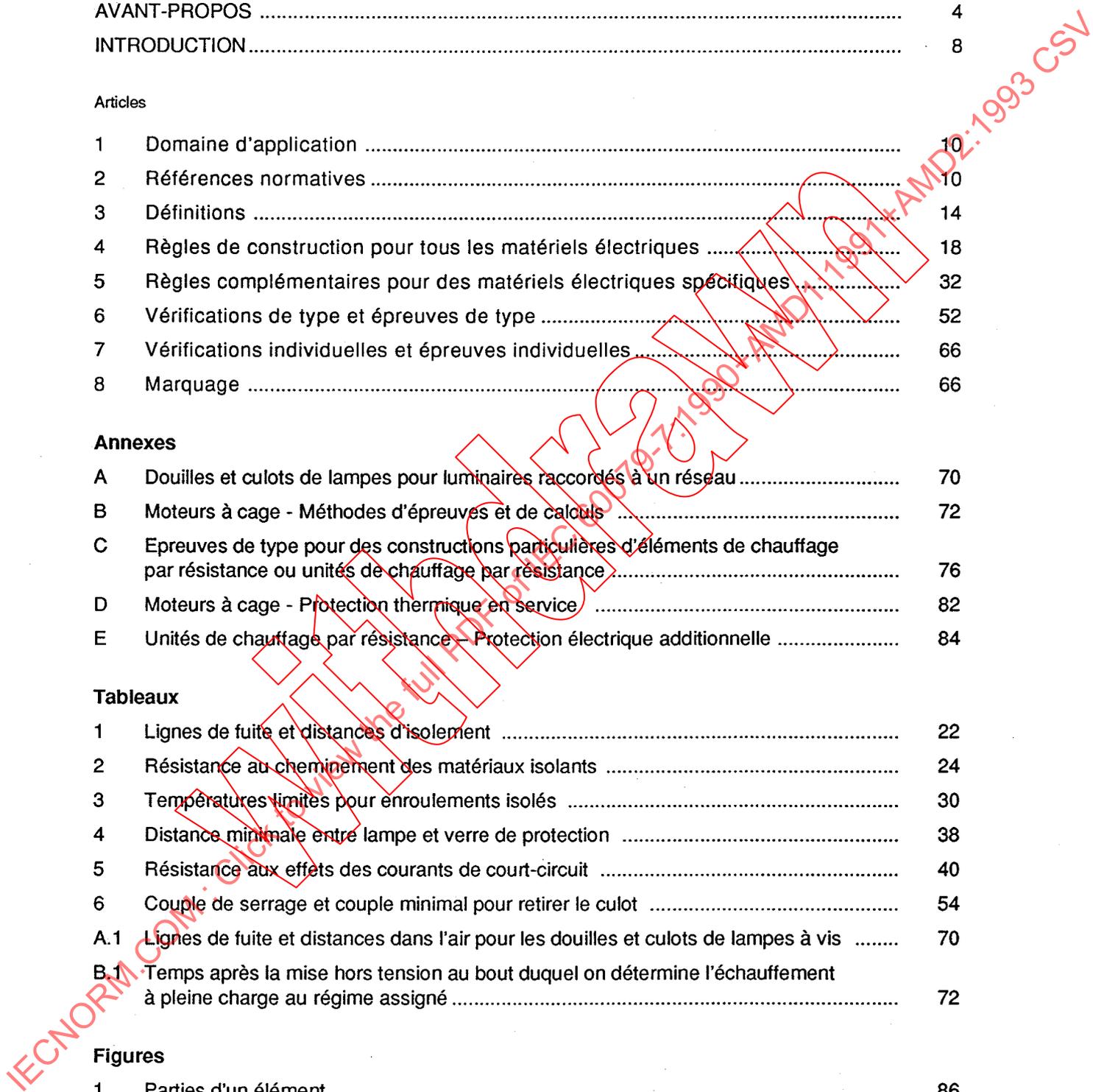
Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale 3, rue de Varembe Genève, Suisse



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

SOMMAIRE

| | Pages |
|--|-------|
| AVANT-PROPOS | 4 |
| INTRODUCTION..... | 8 |
| Articles | |
| 1 Domaine d'application | 10 |
| 2 Références normatives | 10 |
| 3 Définitions | 14 |
| 4 Règles de construction pour tous les matériels électriques | 18 |
| 5 Règles complémentaires pour des matériels électriques spécifiques | 32 |
| 6 Vérifications de type et épreuves de type | 52 |
| 7 Vérifications individuelles et épreuves individuelles | 66 |
| 8 Marquage | 66 |
| Annexes | |
| A Douilles et culots de lampes pour luminaires raccordés à un réseau | 70 |
| B Moteurs à cage - Méthodes d'épreuves et de calculs | 72 |
| C Epreuves de type pour des constructions particulières d'éléments de chauffage par résistance ou unités de chauffage par résistance | 76 |
| D Moteurs à cage - Protection thermique en service | 82 |
| E Unités de chauffage par résistance - Protection électrique additionnelle | 84 |
| Tableaux | |
| 1 Lignes de fuite et distances d'isolement | 22 |
| 2 Résistance au cheminement des matériaux isolants | 24 |
| 3 Températures limites pour enroulements isolés | 30 |
| 4 Distance minimale entre lampe et verre de protection | 38 |
| 5 Résistance aux effets des courants de court-circuit | 40 |
| 6 Couple de serrage et couple minimal pour retirer le culot | 54 |
| A.1 Lignes de fuite et distances dans l'air pour les douilles et culots de lampes à vis | 70 |
| B.1 Temps après la mise hors tension au bout duquel on détermine l'échauffement à pleine charge au régime assigné | 72 |
| Figures | |
| 1 Parties d'un élément | 86 |
| 2 Détermination des lignes de fuite et distances d'isolement | 88 |
| 3 Valeurs minimales de la durée t_E des moteurs en fonction du rapport I_A/I_N | 94 |
| B.1 Diagramme expliquant la méthode de détermination de la durée t_E | 94 |
| C.1 Appareillage pour épreuve de flexion à basse température | 96 |



CONTENTS

| | Page |
|---|------|
| FOREWORD | 5 |
| INTRODUCTION | 9 |
| Clause | |
| 1 Scope | 11 |
| 2 Normative references | 11 |
| 3 Definitions | 15 |
| 4 Constructional requirements for all electrical apparatus | 19 |
| 5 Supplementary requirements for specific electrical apparatus | 33 |
| 6 Type verifications and type tests | 53 |
| 7 Routine verifications and routine tests | 67 |
| 8 Marking | 67 |
| Annexes | |
| A Lampholders and lamp caps for luminaires designed for mains supply | 71 |
| B Cage motors - Methods of test and of calculation | 73 |
| C Type tests for specific forms of resistance heating devices or resistance heating units | 77 |
| D Cage motors - Thermal protection in service | 83 |
| E Resistance heating units – Additional electrical protection | 85 |
| Tables | |
| 1 Creepage distances and clearances | 23 |
| 2 Tracking resistance of insulating materials | 25 |
| 3 Limiting temperatures for insulated windings | 31 |
| 4 Minimum distance between lamp and protective cover | 39 |
| 5 Resistance to the effect of short-circuit currents | 41 |
| 6 Insertion torque and minimum removal torque | 55 |
| A.1 Creepage distance and clearance for screw lampholders and caps | 71 |
| B.1 Time after switch-off for the determination of the temperature rise in rated service | 73 |
| Figures | |
| 1 Parts of a cell | 87 |
| 2 Determination of creepage distances and clearances | 89 |
| 3 Minimum values of the time t_E of motors in relation to the starting current ratio I_A/I_N | 95 |
| B.1 Diagram illustrating the determination of the time t_E | 95 |
| C.1 Low temperature bend test apparatus | 96 |

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

MATÉRIEL ÉLECTRIQUE POUR ATMOSPHÈRES EXPLOSIVES GAZEUSES

Septième partie: Sécurité augmentée «e»

AVANT-PROPOS

- 1) La CEI (Commission Electrotechnique Internationale) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, la CEI, entre autres activités, publie des Normes internationales. Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec la CEI, participent également aux travaux. La CEI collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de la CEI en ce qui concerne les questions techniques, préparés par les comités d'études où sont représentés tous les Comités nationaux s'intéressant à ces questions, expriment dans la plus grande mesure possible un accord international sur les sujets examinés.
- 3) Ces décisions constituent des recommandations internationales publiées sous forme de normes, de rapports techniques ou de guides et agréées comme telles 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 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 ses normes.

La présente partie de la Norme internationale CEI 79 a été établie par le Sous-Comité 31C: Matériels à sécurité augmentée, du Comité d'Etudes n° 31 de la CEI: Matériel électrique pour atmosphères explosives.

Cette deuxième édition de la CEI 79-7 remplace la première édition parue en 1969.

Cette partie appartient à une série de publications traitant du matériel électrique utilisé dans les atmosphères explosives gazeuses.

Les parties suivantes de la CEI 79: Matériel électrique pour atmosphères explosives gazeuses, sont déjà parues:

- Règles générales (CEI 79-0 (1983)).
- Construction, vérification et essais des enveloppes antidéflagrantes de matériel électrique (CEI 79-1 (1971)).
- Matériel électrique à mode de protection "p" (CEI 79-2 (1983)).
- Eclateur pour circuits de sécurité intrinsèque (CEI 79-3 (1972)).
- Méthode d'essai pour la détermination de la température d'inflammation (CEI 79-4 (1975) et 79-4A (1970)).
- Protection par remplissage pulvérulent (CEI 79-5 (1967) avec complément A (1969)).

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 cooperation 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, prepared by technical committees on which all the National Committees having a special interest therein are represented, express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the subjects dealt with.
- 3) They have the form of recommendations for international use published in the form of standards, 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.

This part of the International Standard IEC 79 has been prepared by Sub-Committee 31C: Increased safety apparatus, of IEC Technical Committee No. 31: Electrical apparatus for explosive atmospheres.

This second edition of IEC 79-7 supersedes the first edition published in 1969.

This part forms one of a series of publications dealing with electrical apparatus for use in explosive gas atmospheres.

The following parts of IEC 79: Electrical apparatus for explosive gas atmospheres, have already been published:

- General requirements (IEC 79-0 (1983)).
- Construction and test of flameproof enclosures of electrical apparatus (IEC 79-1 (1971)).
- Electrical apparatus - type of protection p (IEC 79-2 (1983)).
- Spark test apparatus for intrinsically-safe circuits (IEC 79-3 (1972)).
- Method of test for ignition temperature (IEC 79-4 (1975) and 79-4A (1970)).
- Sand-filled apparatus (IEC 79-5 (1967) with Supplement A (1969)).

- Matériel immergé dans l'huile (CEI 79-6 (1968)).
- Classification des emplacements dangereux (CEI 79-10 (1986)).
- Construction et épreuves du matériel à sécurité intrinsèque et du matériel associé (CEI 79-11 (1984)).
- Classement des mélanges de gaz ou de vapeurs et d'air suivant leur interstice expérimental maximal de sécurité et leur courant minimal d'inflammation (CEI 79-12 (1978)).
- Construction et exploitation de salles ou bâtiments protégés par surpression interne (CEI 79-13 (1982)).
- Installations électriques en atmosphères explosives gazeuses (autres que les mines) (CEI 79-14 (1984)).
- Matériel électrique avec mode de protection "n" (CEI 79-15 (1987)).

Le texte de cette partie est issu des documents suivants:

| Règle des Six Mois | Rapport de vote | Procédure des Deux Mois | Rapport de vote |
|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------|-----------------|
| 31C(BC) 8 31C(BC)13 31C(BC)15 | 31C(BC)10 31C(BC)14 31C(BC)16 | 31C(BC)11 | 31C(BC)12 |

Les rapports de vote indiqués dans le tableau ci-dessus donnent toute information sur les votes ayant abouti à l'approbation de cette partie.

Les annexes A et B et C font partie intégrante de la CEI 79-7.

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

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60079-7:1990
AMD1:1997+AMD2:1993 CSV

- Oil-immersed apparatus (IEC 79-6 (1968)).
- Classification of hazardous areas (IEC 79-10 (1986)).
- Construction and test of intrinsically-safe and associated apparatus (IEC 79-11 (1984)).
- Classification of mixtures of gases or vapours with air according to their maximum experimental safe gaps and minimum igniting currents (IEC 79-12 (1978)).
- Construction and use of rooms or buildings protected by pressurization (IEC 79-13 (1982)).
- Electrical installations in explosive gas atmospheres (other than mines) (IEC 79-14 (1984)).
- Electrical apparatus with type of protection "n" (IEC 79-15 (1987)).

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

| Six Months' Rule | Report on Voting | Two Months Procedure | Report on Voting |
|-------------------------------------|-------------------------------------|----------------------|------------------|
| 31C(CO) 8 31C(CO)13 31C(CO)15 | 31C(CO)10 31C(CO)14 31C(CO)16 | 31C(CO)11 | 31C(CO)12 |

Full information on the voting for the approval of this part can be found in the Voting Reports indicated in the above table.

Annexes A, B and C form an integral part of IEC 79-7.

Annexes D and E are for information only.

INTRODUCTION

La présente partie de la CEI 79 s'applique à un des modes de protection pour le matériel électrique utilisé dans les atmosphères explosives gazeuses. Elle fait référence à d'autres parties publiées de la CEI 79 (voir article 2) et doit être lue conjointement avec les règles générales de la CEI 79-0.

Les règles de la présente partie s'appliquent aux matériels électriques utilisables dans les emplacements où le danger est dû à la présence de gaz ou de vapeurs explosives à la pression atmosphérique. Cette partie ne concerne pas les matériels électriques utilisables dans des atmosphères de poussières combustibles (à l'étude au sein du SC 31H); elle ne concerne pas les risques dus à la présence de gaz ou de vapeurs explosives autres que les risques d'explosion; elle ne concerne pas non plus tout autre type de risque, tels que le résultat du contact avec des parties actives, l'exposition aux radiations, etc.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60079-7:1990 + AMD1:1997 + AMD2:1993 CSV

Withdrawing

INTRODUCTION

This part of IEC 79 applies to one of the types of protection for electrical apparatus used in explosive gas atmospheres. It makes reference to other published parts of IEC 79 (see clause 2). This part is to be read in conjunction with the general requirements in IEC 79-0.

The requirements of this part apply to electrical apparatus for use in locations made hazardous by the presence of explosive gas or vapour at atmospheric pressure. This part is not concerned with electrical apparatus for use in combustible dust atmospheres (under study by SC 31H) nor is it concerned with any risks, other than those of explosion, in the presence of explosive gas or vapour; nor is it concerned with any other kind of risks, such as might result from contact with live parts, exposure to radiation, etc.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60079-7:1990+AMD1:1997+AMD2:1998 CSV

Withdrawn

MATÉRIEL ÉLECTRIQUE POUR ATMOSPHÈRES EXPLOSIVES GAZEUSES

Septième partie: Sécurité augmentée «e»

1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 79 prescrit les règles spécifiques de conception, de construction, d'épreuves et de marquage du matériel électrique ayant une valeur assignée de tension d'alimentation ne dépassant pas 11 kV en courant alternatif (valeur efficace) ou en courant continu, avec mode de protection "e", qui, en fonctionnement normal, ne produit ni arc, ni étincelles, ni températures dangereuses.

Les présentes règles spécifiques complètent les règles générales de la CEI 79-0 qui sont applicables au mode de protection "e" sauf si elles sont spécifiquement exclues.

2 Références normatives

Les normes suivantes contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour la présente partie de la CEI 79. Au moment de la publication, les éditions indiquées étaient en vigueur. Toute norme est sujette à révision et les parties prenantes aux accords fondés sur la présente partie de la CEI 79 sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des normes indiquées ci-après. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur.

CEI 34-1*: 1983, *Machines électriques tournantes, Première partie: Caractéristiques assignées et caractéristiques de fonctionnement.*

CEI 34-5: 1981, *Machines électriques tournantes, Cinquième partie: Classification des degrés de protection procurés par les enveloppes des machines tournantes.*

CEI 34-6: 1989, *Machines électriques tournantes, Sixième partie: Modes de refroidissement des machines tournantes.*

CEI 50(426), *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI), Chapitre 426: Matériel électrique pour atmosphères explosives. (En cours d'impression).*

CEI 61-1, *Culots de lampes et douilles ainsi que calibres pour le contrôle de l'interchangeabilité et de la sécurité, Première partie: Culots de lampes. (Edition consolidée.)*

CEI 61-2, *Culots de lampes et douilles ainsi que calibres pour le contrôle de l'interchangeabilité et de la sécurité, Deuxième partie: Douilles. (Edition consolidée.)*

CEI 64*: 1987, *Lampes à filament de tungstène pour usage domestique et éclairage général similaire. Prescriptions de performances.*

CEI 68-2-27: 1987, *Essais fondamentaux climatiques et de robustesse mécanique, Deuxième partie: Essais - Essai Ea et guide: Chocs.*

* Y compris les modifications en vigueur à la date de la publication de cette norme.

ELECTRICAL APPARATUS FOR EXPLOSIVE GAS ATMOSPHERES

Part 7: Increased safety "e"

1 Scope

This part of IEC 79 prescribes the specific requirements for the design, construction, testing, and marking of electrical apparatus, with a rated value of supply voltage not exceeding 11 kV r.m.s. a.c. or d.c., with type of protection "e" that does not produce arcs, sparks, or dangerous temperatures in normal operation.

These specific requirements are additional to the general requirements in IEC 79-0 which apply to type of protection "e" unless specifically excluded.

2 Normative references

The following standards contain provisions which, through reference in this text, constitute provisions of this part of IEC 79. At the time of publication, the editions indicated were valid. All standards are subject to revision, and parties to agreements based on this part of IEC 79 are encouraged to investigate the possibility of applying the most recent editions of the standards indicated below. Members of IEC and ISO maintain registers of currently valid International Standards.

IEC 34-1*: 1983, *Rotating electrical machines, Part 1: Rating and performance.*

IEC 34-5: 1981, *Rotating electrical machines, Part 5: Classification of degrees of protection provided by enclosures for rotating machines.*

IEC 34-6: 1969, *Rotating electrical machines, Part 6: Methods of cooling rotating machinery.*

IEC 50(426), *International Electrotechnical Vocabulary (IEV), Chapter 426: Electrical apparatus for explosive atmospheres. (Being printed.)*

IEC 61-1, *Lamp caps and holders together with gauges for the control of interchangeability and safety, Part 1: Lamp caps. (Consolidated edition.)*

IEC 61-2, *Lamp caps and holders together with gauges for the control of interchangeability and safety, Part 2: Lampholders. (Consolidated edition.)*

IEC 64*: 1987, *Tungsten filament lamps for domestic and similar general lighting purposes. Performance requirements.*

IEC 68-2-27: 1987, *Basic environmental testing procedures, Part 2: Tests - Test Ea and guidance: Shock.*

* Including the amendments in force at the date of publication of this standard.

CEI 79-0*: 1983, *Matériel électrique pour atmosphères explosives gazeuses, Partie zéro: Règles générales.*

CEI 79-1*: 1971, *Matériel électrique pour atmosphères explosives gazeuses, Première partie: Construction, vérification et essais des enveloppes antidéflagrantes de matériel électrique.*

CEI 79-4: 1975, *Matériel électrique pour atmosphères explosives gazeuses, Quatrième partie: Méthode d'essai pour la détermination de la température d'inflammation.*

CEI 85: 1984, *Evaluation et classification thermiques de l'isolation électrique.*

CEI 112: 1979, *Méthode pour déterminer les indices de résistance et de tenue au cheminement des matériaux isolants solides dans des conditions humides.*

CEI 185: 1987, *Transformateurs de courant.*

CEI 238: 1987, *Douilles à vis Edison pour lampes.*

CEI 317-3: 1979, *Spécifications pour types particuliers de fils de bobinage, Troisième partie: Fils de section circulaire en cuivre émaillé d'indice de température 155.*

CEI 317-7: 1988, *Spécifications pour types particuliers de fils de bobinage, Septième partie: Fil de bobinage de section circulaire en cuivre émaillé avec polyimide, classe 220.*

CEI 317-8: 1988, *Spécifications pour types particuliers de fils de bobinage, Huitième partie: Fil de bobinage de section circulaire en cuivre émaillé avec polyesterimide, classe 180.*

CEI 364-3: 1977, *Installations électriques des bâtiments. Troisième partie: Détermination des caractéristiques générales.*

CEI 364-5-523: 1983, *Installations électriques des bâtiments, Cinquième partie: Choix et mise en oeuvre des matériels électriques. Chapitre 52: Canalisations. Section 523 - Courants admissibles*

CEI 432*: 1984, *Prescriptions de sécurité pour lampes à filament de tungstène pour usage domestique et éclairage général similaire.*

CEI 529*: 1976, *Classification des degrés de protection procurés par les enveloppes.*

CEI 664: 1980, *Coordination de l'isolement dans les systèmes (réseaux) à basse tension y compris les distances d'isolement dans l'air et les lignes de fuite des matériels.*

664A: 1981, *Premier complément.*

CEI 755: 1983, *Règles générales pour les dispositifs de protection à courant différentiel résiduel.*

CEI/ISO Guide 2: 1986, *Termes généraux et leurs définitions concernant la normalisation et les activités connexes.*

* Y compris la ou les modifications en vigueur à la date de publication de cette norme.

IEC 79-0*: 1983, *Electrical apparatus for explosive gas atmospheres, Part 0: General requirements.*

IEC 79-1*: 1971, *Electrical apparatus for explosive gas atmospheres, Part 1: Construction and test of flameproof enclosures of electrical apparatus.*

IEC 79-4: 1975, *Electrical apparatus for explosive gas atmospheres, Part 4: Method of test for ignition temperature.*

IEC 85: 1984, *Thermal evaluation and classification of electrical insulation.*

IEC 112: 1979, *Method for determining the comparative and the proof tracking indices of solid insulating materials under moist conditions.*

IEC 185: 1987, *Current transformers.*

IEC 238: 1987, *Edison screw lampholders.*

IEC 317-3: 1970, *Specifications for particular types of winding wires, Part 3: Enamelled round copper wires with a temperature index of 155.*

IEC 317-7: 1988, *Specifications for particular types of winding wires, Part 7: Polyimide enamelled round copper winding wire, class 220.*

IEC 317-8: 1988, *Specifications for particular types of winding wires, Part 8: Polyesterimide enamelled round copper winding wire, class 180.*

IEC 364-3: 1977, *Electrical installations of buildings. Part 3: Assessment of general characteristics.*

IEC 364-5-523: 1983, *Electrical installations of buildings, Part 5: Selection and erection of electrical equipment. Chapter 52: Wiring systems. Section 523: Current-carrying capacities.*

IEC 432*: 1984, *Safety requirements for tungsten filament lamps for domestic and similar general lighting purposes.*

IEC 529*: 1976, *Classification of degrees of protection provided by enclosures.*

IEC 664: 1980, *Insulation co-ordination within low-voltage systems including clearances and creepage distances for equipment.*

IEC 664A: 1981, *First supplement.*

IEC 755: 1983, *General requirements for residual current-operated protective devices.*

IEC/ISO Guide 2: 1986, *General terms and their definitions concerning standardization and related activities.*

* Including the amendment(s) in force at the date of publication of this standard.

3 Définitions

Pour les besoins de la présente norme, les définitions et certains termes utilisés dans la CEI 79-0 sont applicables, ainsi que les termes et définitions indiqués ci-après. Pour les définitions de tout autre terme, particulièrement celles d'une nature plus générale, il convient de se référer au chapitre 426 (en cours d'impression) ou à un autre chapitre approprié du Vocabulaire Electrotechnique International (VEI).

NOTE - Lorsque des mots, par exemple "d'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 sécurité augmentée "e": Mode de protection appliqué à un matériel électrique qui ne produit pas d'arcs ou d'étincelles en service normal, dans lequel des mesures complémentaires sont appliquées afin de fournir une sécurité augmentée contre la possibilité de températures excessives et l'apparition d'arcs ou d'étincelles.

NOTES

1 Ce mode de protection est caractérisé par la lettre "e".

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

3.2 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 oeuvre.

NOTE - Cette température peut être la température maximale de surface (voir 2.7 et l'article 4 de la CEI 79-0) ou une valeur plus faible (voir 4.7).

3.3 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 sous sa tension assignée et à sa fréquence assignée.

NOTE - Les phénomènes transitoires ne sont pas à prendre en compte.

3.4 rapport du courant de démarrage I_A/I_N : Rapport du courant initial de démarrage I_A et du courant assigné I_N .

3.5 durée t_E : Temps nécessaire pour qu'un enroulement 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 la figure B.1).

3.6 courant de court-circuit thermique assigné I_{th} : Valeur efficace du courant nécessaire pour porter en une seconde 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.

3.7 courant dynamique assigné I_{dyn} : Valeur de crête du courant que peut supporter un matériel électrique sans être endommagé par les effets électrodynamiques.

3.8 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 sera donnée dans la documentation conformément à 22.2 de la CEI 79-0.

3 Definitions

For the purpose of this standard, the definitions and some terms used in IEC 79-0 apply and also the following terms and definitions. For the definitions of any other terms, particularly those of a more general nature, reference should be made to Chapter 426 (in course of printing) or other appropriate chapters of the International Electrotechnical Vocabulary (IEV).

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 increased safety "e": Type of protection applied to electrical apparatus that does not produce arcs or sparks in normal service, 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.

NOTES

- 1 This type of protection is denoted by "e".
- 2 Apparatus producing arcs or sparks in normal service is excluded by this definition.

3.2 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 2.7 and clause 4 of IEC 79-0) or a lower value (see 4.7).

3.3 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.

3.4 starting current ratio I_A/I_N : Ratio between initial starting current I_A and rated current I_N .

3.5 time t_E : Time taken for an a.c. 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 B.1).

3.6 rated short-time thermal current I_{th} : R.M.S. value of the current required to heat up the conductor within one second from the temperature reached in rated service at the maximum ambient temperature to a temperature not exceeding the limiting temperature.

3.7 rated dynamic current I_{dyn} : Peak value of the current, the dynamic effect of which the electrical apparatus can sustain without damage.

3.8 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 will be recorded in the documentation according to 22.2 of IEC 79-0.

3.9 ligne de fuite: La plus courte distance le long de la surface d'un matériau isolant électrique entre deux pièces conductrices.

3.10 distance d'isolement: La plus courte distance dans l'air entre deux pièces conductrices.

3.11 tension locale (identique à 3.7 de la CEI 664): Valeur efficace la plus élevée de la tension en courant alternatif ou valeur la plus élevée de la tension en courant continu qui peut apparaître (localement) à travers n'importe quelle isolation à la tension assignée d'alimentation, les surtensions transitoires étant négligées, en circuit ouvert ou dans les conditions normales de fonctionnement.

3.12 accumulateur (électrique): Système électrochimique capable d'accumuler sous forme chimique l'énergie électrique reçue et de la restituer par transformation inverse.

NOTE - Les termes et définitions contenus dans le 3.12 sont basés sur ceux du projet du chapitre 486 "Accumulateurs" du VEI.

3.12.1 élément (d'accumulateur): Ensemble d'électrodes et d'électrolyte constituant l'unité de base d'un accumulateur.

NOTES

1 Un élément est essentiellement constitué de plaques positives et négatives avec séparateurs, des pièces nécessaires à l'assemblage et aux connexions (queues de plaques, barrettes, bornes), du bac de l'élément et de l'électrolyte.

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

3.12.2 batterie (d'accumulateurs): Deux ou plusieurs éléments connectés entre eux et utilisés comme source d'énergie.

3.12.3 bac (d'un élément): Récipient en matière inattaquable par l'électrolyte et contenant le bloc de plaques et l'électrolyte.

3.12.4 coffre (de batterie): Enceinte contenant la batterie.

NOTE - Le couvercle est une partie du coffre de la batterie.

3.12.5 capacité (d'un accumulateur): Quantité d'électricité (charge électrique), généralement exprimée en ampères-heures (Ah), qu'une batterie complètement chargée peut débiter dans des conditions spécifiées.

3.12.6 bloc de plaques: Ensemble de deux faisceaux de polarité contraire avec leurs séparateurs.

3.12.7 cloison: Partie intégrante d'un coffre de batterie servant à subdiviser le coffre en compartiments individuels et à améliorer sa résistance mécanique.

3.12.8 séparation isolante: Matériau isolant disposé entre des groupes d'éléments pour subdiviser la batterie.

3.12.9 connexion entre éléments: Conducteur électrique destiné au transport du courant entre éléments.

3.9 creepage distance: Shortest distance along the surface of an electrical insulating material between two conductive parts.

3.10 clearance: Shortest distance in air between two conductive parts.

3.11 working voltage (identical with 3.7 of IEC 664): Highest r.m.s. value of the a.c. or d.c. voltage which may occur (locally) across any insulation at rated supply voltage, transients being disregarded, in open circuit conditions or under normal operating conditions.

3.12 (electrochemical) cell or battery: Electrochemical system capable of storing in chemical form the electric energy received and which can give it back by reconversion.

NOTE - The terms and definitions in 3.12 are based on those in the draft IEC Chapter 486 "Storage batteries".

3.12.1 (secondary) cell: Assembly of electrodes and electrolyte which constitutes the basic unit of a battery.

NOTES

1 A cell consists substantially of positive and negative plates and separators, of the items needed for assembling and connecting (plate lugs, group bars, terminal posts), of the cell container, and of the electrolyte.

2 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 requirement or preference for a particular form of construction.

3.12.2 battery: Two or more cells electrically connected and used as a source of energy.

3.12.3 (cell) container: Container for the plate pack and electrolyte of a cell of a material impervious to attack by the electrolyte.

3.12.4 (battery) container: Enclosure to contain the battery.

NOTE - The cover is a part of the battery container.

3.12.5 (battery) capacity: Quantity of electricity (electric charge), usually expressed in ampere-hours (Ah), which a fully charged battery can deliver under specified conditions.

3.12.6 plate pack: Assembly of the positive and negative groups with separators.

3.12.7 partition wall: Integral part of a battery container dividing it into individual sections and increasing its mechanical strength.

3.12.8 insulating barrier: Electrical insulating material between groups of cells subdividing the battery.

3.12.9 intercell connector: Electrical conductor used for carrying current between cells.

3.13 **Éléments de chauffage par résistance et unités de chauffage par résistance**

NOTE - Lorsque les mots «par résistance» sont indiqués entre parenthèses à la fin du terme, ils peuvent être omis lorsqu'il n'y a pas de risque de confusion avec des éléments ou unités de chauffage sortant du domaine d'application de la présente norme.

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 isolés et protégés.

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: Equipement 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 ou de l'utilisation, en dessous de la température limite, dans les conditions les plus défavorables, sans un système de protection limitant la température.

4 **Règles de construction pour tous les matériels électriques**

Les règles du présent article sont applicables, sauf indication contraire à l'article 5, à tous les matériels électriques avec mode de protection "e". Ces règles complètent les règles générales de la CEI 79-0 (voir article 1) et sont elles-mêmes complétées pour certains matériels électriques par les règles complémentaires de l'article 5.

4.1 *Éléments 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 conformément à 22.2 de la CEI 79-0.

NOTE - Des conditions d'utilisation peuvent nécessiter des éléments de raccordement plus grands et la taille des conducteurs correspondant au courant assigné peut dépendre de l'application. Une attention est à apporter à la CEI 364-5-523.

3.13 Resistance heating device and resistance heating unit

NOTE - Where the word "resistance" is shown in parentheses at the beginning of the term, it may be omitted when there is no risk of confusion with heating devices and units outside the scope of this standard.

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 element at its rated voltage decreases as the temperature of its surroundings increases until the element 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.

4 Constructional requirements for all electrical apparatus

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 79-0 (see clause 1) and are themselves supplemented for certain electrical apparatus by the supplementary requirements in clause 5.

4.1 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 22.2 of IEC 79-0.

NOTE - Service conditions may require the provision of larger terminals and the conductor size corresponding to the rated current may depend upon the application. Attention is drawn to IEC 364-5-523.

Ces éléments de raccordement doivent:

- a) être fixés sur leur support sans possibilité d'autodesserrage, et
- b) être réalisés de telle façon que les conducteurs ne puissent s'échapper des logements qui leur sont destinés, et
- c) être tels que le contact soit assuré sans dommage aux conducteurs 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 - L'utilisation d'extrémités de câble serties n'est pas interdite, pourvu que les règles 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, se tordre ou se déformer de façon permanente lors du serrage normal, serrage normal qui doit être défini par le constructeur du matériel.

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 doivent aussi permettre le raccordement efficace de conducteurs de moindre section.

NOTES

- 1 Des précautions spéciales peuvent être nécessaires pour se prémunir contre les chocs et les vibrations.
- 2 Des précautions spéciales contre la corrosion électrolytique sont à considérer si l'aluminium est utilisé.

4.2 Connexions internes

A l'intérieur des matériels électriques, les connexions 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;
- f) tout moyen de connexion respectant les règles du 4.1.

Si l'aluminium est utilisé, des précautions spéciales contre la corrosion sont nécessaires.

4.3 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.

These terminals shall:

- a) be fixed to their mountings without possibility of self-loosening; and
- b) be constructed in such a way that the conductors cannot slip out from their intended location; and
- 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 - 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.

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 cross-sections not exceeding 4 mm² shall also be suitable for the effective connection of conductors having a smaller cross-section.

NOTES

- 1 Special precautions against vibration and mechanical shock may be required.
- 2 Special precautions against electrolytic corrosion should be considered where aluminium is used.

4.2 Internal connections

Within electrical apparatus, connections 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;
- d) brazing;
- e) welding;
- f) any means of connection complying with the requirements of 4.1.

If aluminium is used, special precautions against electrolytic corrosion are required.

4.3 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.

NOTE 1 – Pour les règles relatives aux lampes à culots à vis, voir A.2.

Les distances d'isolement sont déterminées en fonction de la tension locale (définition 3.11) spécifiée par le constructeur du matériel. 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 plus grande valeur de tension assignée. Pour la détermination des distances d'isolement, les exemples 1 à 11 de la figure 2 illustrent les caractéristiques à prendre en compte et les distances d'isolement appropriées.

NOTE 2 – Ces exemples sont identiques à ceux donnés dans la CEI 664A.

Tableau 1 – Lignes de fuite et distances d'isolement

| Tension locale, <i>U</i> | Ligne de fuite minimale | | | Distance d'isolement minimale |
|-----------------------------|-------------------------|------|------|----------------------------------|
| | Groupe de matériau | | | |
| | I | II | IIIa | |
| <i>V</i> | mm | | | mm |
| $U \leq 15$ | 1,6 | 1,6 | 1,6 | 1,6 |
| $15 < U \leq 30$ | 1,8 | 1,8 | 1,8 | 1,8 |
| $30 < U \leq 60$ | 2,1 | 2,6 | 3,4 | 2,1 |
| $60 < U \leq 110$ | 2,5 | 3,2 | 4 | 2,5 |
| $110 < U \leq 175$ | 3,2 | 4 | 5 | 3,2 |
| $175 < U \leq 275$ | 5 | 6,3 | 8 | 5 |
| $275 < U \leq 420$ | 8 | 10 | 12,5 | 6 |
| $420 < U \leq 550$ | 10 | 12,5 | 16 | 8 |
| $550 < U \leq 750$ | 12 | 16 | 20 | 10 |
| $750 < U \leq 1\ 100$ | 20 | 25 | 32 | 14 |
| $1\ 100 < U \leq 2\ 200$ | 32 | 36 | 40 | 30 |
| $2\ 200 < U \leq 3\ 300$ | 40 | 45 | 50 | 36 |
| $3\ 300 < U \leq 4\ 200$ | 50 | 56 | 63 | 44 |
| $4\ 200 < U \leq 5\ 500$ | 63 | 71 | 80 | 50 |
| $5\ 500 < U \leq 6\ 600$ | 80 | 90 | 100 | 60 |
| $6\ 600 < U \leq 8\ 300$ | 100 | 110 | 125 | 80 |
| $8\ 300 < U \leq 11\ 000$ | 125 | 140 | 160 | 100 |

4.4 Lignes de fuite

4.4.1 Les valeurs de ligne de fuite prescrites sont fonction de la tension locale, de la résistance au cheminement du matériau isolant électrique et du profil de la surface de ce matériau.

Le tableau 2 indique le classement des matériaux isolants en fonction de l'indice de résistance au cheminement (IRC) déterminé conformément à la CEI 112. 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 matériau I.

NOTE 1 – For the requirements for lamps with screw caps see A.2.

Clearances shall be determined as a function of the working voltage (definition 3.11) specified by the manufacturer of the apparatus. 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.

NOTE 2 – These examples are identical with those given in IEC 664A.

Table 1 – Creepage distances and clearances

| Working voltage, U | Minimum creepage distance | | | Minimum clearance |
|---------------------------|---------------------------|------|------|-------------------|
| | Material group | | | |
| V | I | II | IIIa | mm |
| | mm | | | mm |
| $U \leq 15$ | 1,6 | 1,6 | 1,6 | 1,6 |
| $15 < U \leq 30$ | 1,8 | 1,8 | 1,8 | 1,8 |
| $30 < U \leq 60$ | 2,1 | 2,6 | 3,4 | 2,1 |
| $60 < U \leq 110$ | 2,5 | 3,2 | 4 | 2,5 |
| $110 < U \leq 175$ | 3,2 | 4 | 5 | 3,2 |
| $175 < U \leq 275$ | 5 | 6,3 | 8 | 5 |
| $275 < U \leq 420$ | 8 | 10 | 12,5 | 6 |
| $420 < U \leq 550$ | 10 | 12,5 | 16 | 8 |
| $550 < U \leq 750$ | 12 | 16 | 20 | 10 |
| $750 < U \leq 1\,100$ | 20 | 25 | 32 | 14 |
| $1\,100 < U \leq 2\,200$ | 32 | 36 | 40 | 30 |
| $2\,200 < U \leq 3\,300$ | 40 | 45 | 50 | 36 |
| $3\,300 < U \leq 4\,200$ | 50 | 56 | 63 | 44 |
| $4\,200 < U \leq 5\,500$ | 63 | 71 | 80 | 50 |
| $5\,500 < U \leq 6\,600$ | 80 | 90 | 100 | 60 |
| $6\,600 < U \leq 8\,300$ | 100 | 110 | 125 | 80 |
| $8\,300 < U \leq 11\,000$ | 125 | 140 | 160 | 100 |

4.4 Creepage distances

4.4.1 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 112. Inorganic insulating material, 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.

NOTES

- 1 Les groupes de matériau sont identiques à ceux donnés dans la CEI 664A.
- 2 Les surtensions transitoires ne sont pas à prendre en compte du fait qu'elles n'auront pas normalement 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 664A 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 | $175 \leq \text{IRC} < 400$ |

4.4.2 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 doivent être déterminées en fonction de la tension locale spécifiée par le constructeur du matériel.

NOTE - Pour les règles relatives aux lampes à culots à vis, voir A.2.

4.4.3 Pour la détermination des lignes de fuite, les exemples 1 à 11 (voir figure 2) illustrent les caractéristiques à prendre en compte et la ligne de fuite appropriée. La valeur de la dimension X est 2,5 mm.

NOTE - Il y a lieu de considérer les parties collées comme des parties pleines.

L'effet des nervures et des encoches peut être pris en compte pourvu 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, et que
- 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.

NOTE - 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.

4.5 Matériaux isolants électriques solides

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

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

- a) soit à une température dépassant d'au moins 20 K la température maximale obtenue au régime assigné et au moins à 80 °C;

NOTES

- 1 The material groups are identical with those given in IEC 664A.
- 2 Transient overvoltages are ignored as they will not normally influence tracking phenomena. However, temporary and functional overvoltages may have to be considered, depending upon the duration and frequency of occurrence (see IEC 664A 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 | $175 \leq \text{CTI} < 400$ |

4.4.2 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 the requirements for lamps with screw caps see A.2.

4.4.3 In determining the creepage distance, examples 1 to 11 (see figure 2) inclusive illustrate the features to be taken into account and the appropriate creepage distance. The value of dimension X is 2,5 mm.

NOTE - Cemented parts should be seen as solid parts.

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; and
- b) grooves on the surface are at least 2,5 mm deep and at least 2,5 mm wide.

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

4.5 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.

4.5.1 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) soit, pour les enroulements isolés (voir 4.7.3 et tableau 4), pour le câblage interne (voir 4.8) et pour les câbles solidaires en permanence du matériel électrique (voir 14.1 de la CEI 79-0), à la température maximale obtenue au régime assigné.

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

4.6 Enroulements

4.6.1 Les conducteurs isolés doivent respecter les règles du 4.6.1.1 ou du 4.6.1.2.

4.6.1.1 Les conducteurs doivent être recouverts d'au moins deux couches isolantes.

4.6.1.2 Les fils de bobinage émaillés de section circulaire doivent être conformes:

- a) soit au Grade 1 selon la CEI 317-3, 317-7 ou 317-8, pourvu que
 - lors des épreuves prescrites à l'article 13 de la CEI 317-3, 317-7 ou 317-8, il ne se produise aucun claquage avec les valeurs de tension minimale prescrites pour le Grade 2;
 - lors de l'épreuve prescrite à l'article 14 de la CEI 317-3, 317-7 ou 317-8 quel que soit le diamètre, il ne se présente pas plus de six défauts par éprouvette de 30 m de longueur;
- b) soit au Grade 2 selon la CEI 317-3, 317-7 ou 317-8.

4.6.2 Les enroulements doivent, après formage ou enrubannage, être séchés puis imprégnés d'une matière d'imprégnation appropriée, par trempage, ruissellement ou imprégnation sous vide. 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 fabricant du produit d'imprégnation utilisé de façon à assurer aussi complètement que possible un remplissage des espaces entre conducteurs et à obtenir une bonne cohésion entre les conducteurs.

Cela ne s'applique pas aux bobines entièrement isolées ni aux conducteurs d'enroulements à haute tension (au-dessus de 1 100 V) 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 différent 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 opérations de séchage et d'imprégnation doivent être effectuées au moins deux fois.

4.6.3 Le diamètre nominal du conducteur des fils de section circulaire utilisés pour les enroulements doit être au moins égal à 0,25 mm, sauf s'il s'agit des capteurs de thermomètres à résistance noyés dans l'encoche d'une machine électrique et imprégnés ou enrobés avec les enroulements de la machine.

b) for insulated windings (see 4.7.3 and table 4), for internal wiring (see 4.8) and for cables permanently connected to electrical apparatus (see 14.1 of IEC 79-0) up to the maximum temperature attained in rated service.

4.5.2 Insulating parts made of plastics or laminates, where the original surface is removed during manufacture or is damaged, 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 when these actions have not affected the grading according to CTI or when the specified creepage distance is provided by other parts not subjected to these actions.

4.6 Windings

4.6.1 Insulated conductors shall comply with the requirements of either 4.6.1.1 or 4.6.1.2.

4.6.1.1 The conductors shall be covered with at least two layers of insulation.

4.6.1.2 Enamelled round winding wires shall be in accordance with either

a) Grade 1 of IEC 317-3, 317-7 or 317-8 provided that:

- when tested in accordance with clause 13 of IEC 317-3, 317-7 or 317-8 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 317-3, 317-7 or 317-8 there shall be not more than six faults per 30 m of wire irrespective of diameter; or

b) Grade 2 of IEC 317-3, 317-7 or 317-8.

4.6.2 Windings shall be dried after having been fastened or wrapped and shall subsequently be impregnated with a suitable impregnating substance by dipping, trickling or vacuum impregnation. 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 high voltage (over 1 100 V) 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.

4.6.3 The nominal conductor diameter of round wires used for windings shall be at least 0,25 mm, except for the sensors of resistance thermometers embedded in the slot of an electrical machine and impregnated or sealed together with the machine windings.

Les enroulements faits avec des fils de section circulaire ayant un diamètre nominal inférieur à 0,25 mm doivent être protégés par un autre des modes de protection normalisés cités dans la CEI 79-0.

4.7 *Température limite*

4.7.1 Aucune partie d'un matériel électrique ne doit atteindre:

- a) une température de surface supérieure à la température maximale de surface prescrite à l'article 4 de la CEI 79-0; ou
- b) si elle est plus basse, la température, déterminée conformément aux 4.7.2, 4.7.3 et 5.1.4, dépendant de la stabilité thermique des matériaux utilisés; ou
- c) pour les lampes à l'intérieur des luminaires, une température plus élevée que celle qui est déterminée conformément aux 5.2.4, 5.2.5 et 5.2.6.

4.7.2 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, on doit tenir compte de leur échauffement propre ainsi que de l'apport calorifique des parties voisines.

4.7.3 La température limite des enroulements isolés ne doit pas être supérieure aux valeurs données dans le tableau 3, qui tiennent compte de l'endurance thermique des matériaux isolants électriques, pour autant que le matériel électrique reste conforme aux règles du 4.7.1.

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 85 (voir note 2) | | | | |
|---|---|---|-----|-----|-----|-----|
| | | A | E | B | F | H |
| 1 Température limite au régime assigné | | °C | °C | °C | °C | °C |
| a) enroulements isolés à une seule couche | Résistance ou thermomètre | 95 | 110 | 120 | 130 | 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 |

NOTES

- 1 La mesure par thermomètre est autorisée seulement 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 34-1.
- 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 85 sont considérées comme soumises aux températures limites données pour la classe H.
- 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 .

Windings made with round wires having a nominal diameter less than 0,25 mm shall be protected by another of the standard types of protection listed in IEC 79-0.

4.7 Limiting temperature

4.7.1 No part of an electrical apparatus shall reach:

- a) a higher surface temperature than the maximum surface temperature prescribed in clause 4 of IEC 79-0; or
- b) if lower, the temperature, determined according to 4.7.2, 4.7.3 and 5.1.4, dependent on the thermal stability of the materials used; or
- c) for lamps in luminaires, a higher temperature than that determined according to 5.2.4, 5.2.5 and 5.2.6.

4.7.2 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.

4.7.3 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 4.7.1.

Table 3 - Limiting temperatures for insulated windings

| | Method of temperature measurement (see note 1) | Thermal class of insulating material according to IEC 85 (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 |
| NOTES | | | | | | |
| 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 34-1. | | | | | | |
| 2 As an interim measure until values have been prescribed, the higher thermal classes of insulating material denoted by figures in IEC 85 are considered as subject to the limiting temperatures given for class H. | | | | | | |
| 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 . | | | | | | |

4.7.4 Les enroulements doivent être protégés par des dispositifs appropriés de manière telle que la température limite (voir 4.7.1, 4.7.2 et 4.7.3) ne puisse 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 4.7.3, même en cas de surcharge permanente (par exemple dans le cas d'un moteur à rotor calé) ou si les enroulements ne peuvent pas être soumis à une surcharge.

NOTE - Le dispositif de protection peut être à l'intérieur et/ou à l'extérieur du matériel électrique.

4.8 Câblage interne

Le câblage susceptible d'être en contact avec une partie conductrice doit être protégé mécaniquement ou fixé pour éviter toute détérioration.

4.9 Degrés de protection procurés par les enveloppes

Les degrés de protection définis dans la CEI 34-5 et la CEI 529 doivent être conformes aux prescriptions de a) ou b) ci-dessous, sauf spécification contraire à l'article 5.

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

Si l'enveloppe est prévue avec des trous de vidange ou des orifices de ventilation ayant pour but d'éviter l'accumulation de condensation, la présence des trous de vidange ou des orifices de ventilation ne doit pas réduire le degré de protection procuré par l'enveloppe au-dessous de IP44 en a) ou IP24 en b). Les détails des trous de vidange ou orifices (position et dimensions) doivent être indiqués par le constructeur et inclus dans la documentation.

Dans les cas où la présence des trous de vidange ou des orifices de ventilation ayant pour but d'éviter l'accumulation de condensation abaisse le degré de protection procuré par l'enveloppe au-dessous de celui qui est indiqué en a) ou b), le marquage des matériels doit comprendre le signe "X" conformément à 9) du 25.2 de la CEI 79-0 et le ou les degré(s) de protection procuré(s) par l'enveloppe.

4.10 Fermetures

Le matériel électrique du Groupe I contenant des parties actives nues doit comporter des fermetures spéciales conformes au 8.2 de la CEI 79-0.

5 Règles complémentaires pour des matériels électriques spécifiques

Les présentes règles complètent les règles de l'article 4 de la présente norme qui sont également applicables, sauf spécification contraire, aux matériels électriques spécifiques considérés dans les 5.1 à 5.7 ainsi qu'aux autres matériels électriques considérés en 5.8.

5.1 Machines électriques tournantes

5.1.1 Degrés de protection procurés par l'enveloppe

Par dérogation aux prescriptions de 4.9 relatives à la protection contre l'introduction de corps solides étrangers et d'eau, les degrés de protection ci-après suffisent, dans les cas

4.7.4 Windings shall be protected by suitable devices to ensure that the limiting temperature (see 4.7.1, 4.7.2 and 4.7.3) 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 4.7.3 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 - The protective device may be inside and/or outside the electrical apparatus.

4.8 *Internal wiring*

Wiring which might come into contact with a conductive part shall be either mechanically protected or fixed to avoid any damage.

4.9 *Degrees of protection provided by enclosures*

The degrees of protection as defined in IEC 34-5 and 529 shall be as prescribed in a) or b) unless otherwise specified in clause 5.

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

If the enclosure is provided with drain holes or ventilation openings to prevent the accumulation of condensation, the presence of the drain holes or ventilation openings shall not reduce the degree of protection provided by the enclosure below IP44 in a) or IP24 in b). The details of the drain holes or openings (position and dimensions) shall be stated by the manufacturer and included in the documentation.

Where the presence of drain holes or ventilation openings to prevent the accumulation of condensation reduces the degree of protection below that in a) or b), the marking of apparatus shall include the sign "X" in accordance with 9) of 25.2 of IEC 79-0 and the degree(s) of protection provided by enclosure.

4.10 *Fasteners*

For Group I electrical apparatus containing bare live parts, special fasteners according to 8.2 of IEC 79-0 shall be used.

5 Supplementary requirements for specific electrical apparatus

These requirements supplement those of clause 4 of this standard which are applicable also, unless otherwise stated, to the specific electrical apparatus considered in 5.1 to 5.7 and also to the other electrical apparatus considered in 5.8.

5.1 *Rotating electrical machines*

5.1.1 *Degrees of protection provided by enclosure*

As an exception to the requirements given in 4.9 for protection against the ingress of solid foreign bodies and water, the following degrees of protection suffice in the cases stated

indiqués, pour les enveloppes de machines électriques tournantes (sauf pour leurs logements de raccordement et les pièces nues conductrices).

a) Dans le cas de machines ventilées fermées avec canalisations pour l'entrée et la sortie de l'air de refroidissement (mode de refroidissement IC3X conformément à la CEI 34-6):

- IP20

NOTE - L'application de ces prescriptions aura pour résultat que l'enveloppe du matériel, une fois installée avec des canalisations convenables, procurera un degré de protection de IP44.

Le marquage des machines électriques tournantes destinées à être utilisées seulement avec canalisations pour l'entrée et la sortie de l'air de refroidissement doit inclure le signe X, conformément à 9) du 25.2 de la CEI 79-0.

b) Dans le cas de machines installées dans des environnements propres et placées sous la surveillance régulière de personnel qualifié:

- IP23 pour le Groupe I

- IP20 pour le Groupe II.

La chute verticale de corps solides étrangers à travers 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 9) du 25.2 de la CEI 79-0, et le degré de protection procuré par l'enveloppe.

5.1.2 Ventilateurs intérieurs

Les ventilateurs intérieurs doivent être conformes aux règles relatives aux distances et aux matériaux spécifiés pour les ventilateurs extérieurs en 16.3 et 16.4 de la CEI 79-0.

5.1.3 Entrefer radial minimal

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

$$\text{Entrefer radial minimal (en mm)} = \left[0,15 + \frac{D-50}{780} \left(0,25 + \frac{0,75n}{1\,000} \right) \right] rb$$

où

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

n est la vitesse assignée maximale en tours/minute 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

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

for the enclosures of rotating electrical machines (except for terminal boxes and bare conductive parts).

a) In the case of enclosed ventilated machines with pipe connection for cooling air inlet and outlet (cooling method IC3X in accordance with IEC 34-6):

- IP20

NOTE - The application of these requirements will result in the enclosure of the apparatus, when installed with suitable ducting, providing degree of protection IP44.

The marking of rotating electrical machines designed for use only with pipe connections for cooling air inlet and outlet shall include the sign "X" in accordance with 9) of 25.2 of IEC 79-0.

b) In the case of rotating electrical machines designed for use only in clean environments and regularly supervised by trained personnel:

- IP23 for Group I

- IP20 for Group II.

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 9) of 25.2 of IEC 79-0 and the degree of protection provided by enclosure.

5.1.2 Internal fans

Internal fans shall comply with the requirements for clearances and materials specified for external fans in 16.3 and 16.4 of IEC 79-0.

5.1.3 Minimum radial air gap

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

$$\text{Minimum radial air gap (in mm)} = \left[0,15 \frac{D-50}{780} \left(0,25 + \frac{0,75n}{1\,000} \right) \right] rb$$

where

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

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

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

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

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

NOTE – La formule ne dépend pas directement de la fréquence d'alimentation ou du nombre de pôles, comme on peut le voir par l'exemple d'un moteur à deux ou quatre pôles à paliers à roulement conçu pour une alimentation à 50 Hz ou 60 Hz et dont le rotor a un diamètre de 60 mm et une longueur de fer de 80 mm.

D est alors pris égal à la valeur minimale de 75; n à la valeur maximale de 3 600; b à 1,0; $r = 80/(1,75 \times 60)$, c'est-à-dire approximativement 0,76, et par conséquent pris égal à 1,0; l'entrefer radial minimal est donné par la formule:

$$\left[0,15 + \frac{75 - 50}{780} \left(0,25 + \frac{0,75 \times 3\,600}{1\,000} \right) \right] 1,0 \times 1,0;$$

c'est-à-dire approximativement 0,25 mm.

5.1.4 Machines à rotor à cage

Les règles du présent paragraphe s'appliquent, en plus de celles de 5.1.1, 5.1.2 et 5.1.3, aux machines à rotor à cage, y compris les machines synchrones avec démarrage par rotor à cage ou avec enroulements amortisseurs.

5.1.4.1 Les barres des rotors à cage doivent être brasées ou soudées aux anneaux de court-circuit, à moins que les barres et 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 - Cela peut être obtenu, par exemple, par coulée d'aluminium sous pression, par garnissage supplémentaire des encoches contenant des barres séparées, par calage ou raidissement des barres.

5.1.4.2 La température limite du rotor ne doit pas être dépassée, même pendant le démarrage. La température limite est 300 °C ou la valeur spécifiée en 4.7 en prenant la valeur la plus faible.

5.1.4.3 Le rapport du courant de démarrage I_A/I_N et la durée t_E doivent être déterminés et marqués pour permettre le choix d'un dispositif de protection ampèremétrique approprié pour éviter d'atteindre des températures non permises.

La durée t_E doit être suffisante pour que, lors du calage du rotor, le dispositif de protection ampèremétrique déclenche avant que la durée t_E ne soit écoulée. En général, c'est le cas lorsque la durée t_E dépasse les valeurs minimales de t_E indiquées sur la figure 7 en fonction du rapport du courant de démarrage I_A/I_N . Les valeurs de durée t_E inférieures aux valeurs de la figure 7 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.

En aucun cas

- la valeur de durée t_E ne doit être inférieure à 5 s en utilisant un dispositif de protection ampèremétrique;

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

NOTE - The formula is not directly dependent on 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; $r = 80/(1,75 \times 60)$, that is 0,76 approximately and therefore taken as 1,0; when the minimum radial air gap becomes:

$$\left[0,15 + \frac{75 - 50}{780} \left(0,25 + \frac{0,75 \times 3\,600}{1\,000} \right) \right] 1,0 \times 1,0;$$

or approximately 0,25 mm.

5.1.4 Machines with cage rotors

In addition to the requirements of 5.1.1, 5.1.2 and 5.1.3, the requirements of this sub-clause apply to machines with cage rotors, including synchronous machines with "cage rotor" starting or damping windings.

5.1.4.1 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 - This 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.

5.1.4.2 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 4.7.

5.1.4.3 The starting current ratio I_A/I_N and the time t_E shall be determined and marked in order to provide for the selection of a suitable current-dependent device to protect against the occurrence of non-permissible temperatures.

The length of time t_E shall be such that, when the motor is stalled, it can be disconnected by a 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 7 as a function of the starting current ratio I_A/I_N are exceeded. Values of time t_E below the values in figure 7 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.

In no case shall

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

5.1.4.4 Des informations sur la protection thermique par des dispositifs de protection contre les surcharges des moteurs à cage en service sont données à titre de guide dans l'annexe D.

Les moteurs alimentés sous fréquence et tension variables par un convertisseur doivent être essayés pour ce service en même temps que le convertisseur spécifié dans les documents descriptifs conformément à 22.2 de la CEI 79-0 et en association avec le dispositif de protection prévu.

Des capteurs de température d'enroulements associés à des dispositifs de protection doivent être considérés comme appropriés à la protection thermique de la machine si les règles de 4.7.4 sont satisfaites même si la machine est calée. Les dispositifs de protection associés doivent être identifiés par un marquage sur la machine.

5.2 Luminaires raccordés à un réseau

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

- a) lampes fluorescentes à cathode froide, sans dispositif d'amorçage et à culots unipolaires (Fa6) conformes à la CEI 61-1;
- b) lampes à filament de tungstène pour l'éclairage général conformes à la CEI 64 et à la CEI 432;
- c) lampes à lumière mixte (MBTF);
- d) autres lampes pour lesquelles il n'y a pas de danger que les éléments de la source puissent être portés, après rupture de l'ampoule, à une température supérieure à la température limite pendant une période plus grande que 10 s. Les lampes contenant du sodium à l'état libre ne sont pas autorisées.

5.2.2 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 4 en fonction de la puissance de la lampe.

Tableau 4 - Distance minimale entre lampe et verre de protection

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

5.2.3 Les douilles doivent respecter les règles données dans l'annexe A.

5.1.4.4 Guidance on the thermal protection by overload protective devices of cage motors in service is given in annex D.

Motors supplied at varying frequency and voltage by a converter shall be tested for this duty together with the converter specified in the descriptive documents according to 22.2 of IEC 79-0 and in association with the protective device provided.

Winding temperature sensors associated with protective devices shall be considered adequate for the thermal protection of the machine if the requirements of 4.7.4 are satisfied even when the machine is stalled. The associated protective devices shall be identified by marking on the machine.

5.2 Luminaires designed for mains supply

5.2.1 The light source shall be one of the following:

- a) fluorescent lamps of the cold starting type with single-pin caps (Fa6) in accordance with IEC 61-1;
- b) tungsten filament lamps for general lighting service in accordance with IEC 64 and 432;
- c) blended (MBTF) lamps;
- d) other lamps for which there is no danger that parts of the light source may attain for a period longer than 10 s a higher temperature than the limiting temperature following breakage of the bulb. Lamps containing free metallic sodium are not permissible.

5.2.2 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 4, according to the lamp wattage.

Table 4 - 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 |
| $500 < P \leq$ | 30 |

5.2.3 Lampholders shall comply with the requirements given in annex A.

5.2.4 Les températures maximales de surface prescrites par l'article 5 de la CEI 79-0 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 apparaissant à l'intérieur de ces luminaires étaient beaucoup plus élevées que celles qui sont indiquées dans la CEI 79-4.

5.2.5 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 195 °C ou la valeur spécifiée en 4.7 en prenant la valeur la plus faible.

5.2.6 La température limite des ballasts pour lampes tubulaires à fluorescence ne doit pas être dépassée même en cas de vieillissement des lampes (effet redresseur). L'épreuve de type est donnée en 6.3.2.

5.3 Lampes-chapeau (à l'exception de celles pour le Groupe I) et lampes à main avec source d'alimentation autonome

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 au moins de 1 mm, lorsque cette dernière est convenablement insérée dans un logement. Dans le cas du montage élastique de la source lumineuse, le déplacement de cette dernière doit être au moins de 3 mm. Le verre de protection doit être:

- a) protégé par une grille; ou
- b) si sa surface ne dépasse pas 50 cm², protégé par un bourrelet saillant d'une hauteur minimale de 10 mm; ou
- c) si sa surface dépasse 50 cm², capable de résister aux épreuves mécaniques spécifiées pour les dispositifs de protection et les capots de protection des ventilateurs en 22.4.3.1 de la CEI 79-0.

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 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 en zone dangereuse, soit être protégés par un des modes de protection normalisés cités dans la CEI 79-0.

5.4 Appareils de mesure et transformateurs de mesure

5.4.1 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 4.7.

5.4.2 Les transformateurs de courant et les circuits 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 qui est prescrite dans le tableau 5 et cela pendant les durées prescrites en 6.4 sans diminution de leur niveau de sécurité vis-à-vis des explosions.

5.2.4 The maximum surface temperature prescribed by clause 5 of IEC 79-0 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 in 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 79-4.

5.2.5 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 4.7.

5.2.6 The limiting temperature of ballasts for tubular fluorescent lamps shall not be exceeded even in the case of ageing lamps (rectifying effect). The type test is given in 6.3.2.

5.3 *Cap lamps (except for Group I) and hand lamps with their own source of supply*

The lamp shall be protected against mechanical damage by a protective cover. The distance between this protective cover and the lamp when the latter is securely inserted shall be at least 1 mm. If the lamp is inserted in a spring-loaded lampholder and is in contact with the protective cover, 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 10 mm, or
- c) if exceeding 50 cm² in area, able to withstand the mechanical test requirements specified for guards and fan hoods in 22.4.3.1 of IEC 79-0.

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 hermetic 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 79-0.

5.4 *Measuring instruments and instrument transformers*

5.4.1 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 4.7.

5.4.2 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 5 for the periods as indicated in 6.4 with no reduction in their level of security against explosions.

Tableau 5 - Résistance aux effets des courants de court-circuit

| Courant | Transformateur de courant et circuits de courant des appareils de mesure |
|--|--|
| I_{th} | $\geq 1,1 \times I_{sc}$ (voir 3.8 et note 2) |
| I_{dyn} | $\geq 1,25 \times 2,5 I_{sc}$ (voir notes 1 et 2) |
| NOTES | |
| 1 $2,5 I_{sc}$ est la valeur de crête maximale du courant de court-circuit. | |
| 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 $I_{dyn}/1,25$. | |

5.4.3 La température atteinte sous l'intensité du courant de court-circuit thermique assigné I_{th} ne doit pas dépasser la température limite prescrite en 4.7 et en aucun cas 200 °C.

5.4.4 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} .

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

5.5 Transformateurs autres que les transformateurs de mesure

Les transformateurs autres que les transformateurs de mesure pour lesquels les règles sont données en 5.4 doivent être essayés conformément au 6.5.

5.6 Accumulateurs

Les accumulateurs doivent être de type au plomb, au fer-nickel ou au nickel-cadmium et être conformes aux règles de la présente norme.

Les règles complémentaires suivantes s'appliquent aux accumulateurs de plus de 25 Ah au régime de 5 h.

NOTE - La conformité à ces règles 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.

5.6.1 Coffres de batterie

5.6.1.1 Les coffres de batterie (y compris les cloisons et les couvercles) doivent être en acier. Toutefois, pour les batteries du Groupe II, d'autres matériaux sont admissibles. 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.

Table 5 - Resistance to the effect of short-circuit currents

| Current | Current transformers and current-carrying parts of measuring instruments |
|--|--|
| I_{th} | $\geq 1,1 \times I_{sc}$ (see 3.8 and note 2) |
| I_{dyn} | $\geq 1,25 \times 2,5 I_{sc}$ (see notes 1 and 2) |
| NOTES | |
| 1 $2,5 I_{sc}$ is the maximum peak value of the short-circuit current. | |
| 2 The 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 $I_{dyn}/1,25$. | |

5.4.3 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 4.7 and in no case shall it exceed 200 °C.

5.4.4 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.

5.4.5 Measuring instruments with moving coils are not permitted.

5.5 *Transformers other than instrument transformers*

Transformers, other than instrument transformers for which the requirements are given in 5.4, shall be tested in accordance with 6.5.

5.6 *Secondary batteries*

Secondary batteries shall be of the lead-acid, nickel-iron or nickel-cadmium type and shall comply with the requirements of this standard.

For secondary batteries with a capacity greater than 25 Ah at the 5 h rate, the following additional requirements apply.

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.

5.6.1 *Battery containers*

5.6.1.1 Battery containers (including partition walls and covers) shall be of steel. However, for batteries for Group II, alternative materials are permissible. 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.

5.6.1.2 Les coffres de batterie y compris les couvercles doivent être conçus de manière à 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.

5.6.1.3 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 façon telle que dans aucun compartiment n'apparaisse une tension nominale supérieure à 40 V. Les séparations isolantes doivent être construites de telle façon 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 celle des éléments. La méthode indiquée dans la figure 2 b) ne doit pas être utilisée pour la mesure de cette ligne de fuite.

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.

5.6.1.4 Les couvercles des coffres de batterie doivent être fixés de façon telle que toute ouverture ou tout déplacement intempestifs soit évité en service.

Chaque couvercle doit être muni d'une fermeture conforme à l'article 8 de la CEI 79-0.

5.6.1.5 Le montage des éléments dans les coffres de batterie doit être réalisé de façon telle 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.

5.6.1.6 L'extraction des liquides qui auraient pu s'introduire dans les coffres de batterie sans orifice de vidange doit être possible sans enlèvement des éléments.

5.6.1.7 Les coffres de batterie doivent être munis d'évents. Contrairement à 4.9, le degré de protection IP23 suivant la CEI 529 est suffisant pour les coffres de batterie.

Ces événements doivent assurer une ventilation suffisante. Cela est le cas lorsque, au cours de l'épreuve de type (6.6.3), la concentration en hydrogène dans le coffre de batterie ne dépasse pas 2 % en volume.

5.6.1.8 Les prises de courant doivent être conformes aux règles de l'article 19 de la CEI 79-0. Cela ne s'applique pas aux prises de courant dont la séparation n'est possible qu'à l'aide d'un outil et qui portent une plaque d'avertissement: «SÉPARER SEULEMENT DANS UN EMBLEMMENT NON DANGEREUX».

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

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

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

5.6.1.3 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 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 insulating barriers shall be at least two-thirds of the height of the cell. The method indicated in figure 2 b) shall not be used in the calculation of these creepage distances.

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.

5.6.1.4 The covers of the 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 clause 8 of IEC 79-0.

5.6.1.5 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.

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

5.6.1.7 Battery containers shall be provided with ventilation openings. Contrary to 4.9, degree of protection IP23 according to IEC 529 is sufficient for battery containers.

The ventilation openings shall provide adequate ventilation. This is the case when the hydrogen concentration in the battery container during the type test (6.6.3) does not exceed 2 % by volume.

5.6.1.8 Plugs and sockets shall comply with the requirements of clause 19 of IEC 79-0. 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 "SEPARATE ONLY IN A NON-HAZARDOUS AREA".

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

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

5.6.1.10 Tout autre matériel électrique fixé sur ou incorporé dans le coffre de batterie doit être conforme aux règles d'un des modes de protection normalisés cités dans la CEI 79-0.

5.6.2 *Éléments*

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

5.6.2.2 Les plaques positives et négatives doivent être efficacement calées.

5.6.2.3 Tout élément nécessitant le maintien du niveau de l'électrolyte doit comporter un dispositif indiquant que le niveau se trouve 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.

5.6.2.4 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.

5.6.2.5 Les bouchons de remplissage et d'évents 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.

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

5.6.2.7 Les batteries neuves, complètement chargées et prêtes à l'emploi, doivent présenter une résistance d'isolement d'au moins 1 MW 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 .

5.6.3 *Connexions*

5.6.3.1 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.

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

5.6.3.2 Dans le cas c) de 5.6.3.1, les connexions vissées doivent être protégées contre l'autodesserrage.

La surface de contact effective entre la terminaison et la borne de l'élément doit être au moins égale à la section du conducteur. Les connexions vissées doivent être conformes à

5.6.1.10 Any other electrical apparatus affixed to or incorporated in the battery container shall comply with the requirements for one of the standard types of protection listed in IEC 79-0.

5.6.2 Cells

5.6.2.1 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.

5.6.2.2 The positive and negative plates shall be supported effectively.

5.6.2.3 Each cell requiring maintenance of the electrolyte level shall be provided with a means for 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.

5.6.2.4 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.

5.6.2.5 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.

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

5.6.2.7 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 .

5.6.3 Connections

5.6.3.1 The intercell connections 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 conductor shall be:

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

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

5.6.3.2 In 5.6.3.1 c), screwed joints shall be prevented from loosening.

The effective contact area between the termination and the cell terminal post shall be equal to at least the intercell connector cross-section. Screwed joints shall pass the

l'épreuve de température prévue en 22.4.6.1 de la CEI 79-0 lorsque la connexion est traversée par un courant égal au courant assigné continu du conducteur, courant qui doit être spécifié dans les documents présentés par le constructeur.

Pour le calcul de la surface de contact effective, on ne doit pas prendre en compte la surface des filets mâle et femelle en contact.

5.6.3.3 Les connexions doivent pouvoir conduire le courant prescrit en service sans provoquer des températures inadmissibles (voir 4.5.1, 4.7.1 et 4.7.2). 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 produire des températures inadmissibles.

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

5.6.3.5 Dans les batteries du Groupe I, toute partie active doit, pour éviter les courants de cheminement et tout contact accidentel, comporter un revêtement isolant.

Dans les batteries du Groupe II, les parties actives doivent, pour éviter tout contact accidentel, comporter une protection isolante.

5.7 Coffrets de raccordement et de jonction d'usage général

On doit attribuer aux coffrets de raccordement et de jonction d'usage général une puissance dissipée maximale permise déterminée par la méthode donnée en 6.7, qui assure que les températures limites de 4.7 ne sont pas dépassées en service.

Le coffret de raccordement ou de jonction peut être équipé avec un nombre quelconque de bornes admissibles jusqu'au maximum permis par la configuration physique de l'enveloppe et sous la puissance dissipée maximale permise déterminée conformément à 6.7.

Pour chaque borne, la puissance dissipée est calculée à partir de la valeur de résistance à 20 °C pour cette borne et son conducteur associé qui est supposé avoir une longueur égale à la dimension linéaire maximale de l'enveloppe, et du courant maximal auquel cette borne doit être utilisée. La somme de ces puissances dissipées représente la puissance dissipée totale pour cette configuration et cette condition de circuit.

5.8 Eléments de chauffage par résistance et unités de chauffage par résistance

Ce paragraphe spécifie les règles complémentaires pour les éléments de chauffage et les unités de chauffage définis respectivement en 3.13.1 et 3.13.2. 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.

temperature test in 22.4.6.1 of IEC 79-0 when the termination is carrying a current equal to the continuous rated current of the connector, which shall be specified in documents submitted by the manufacturer.

In calculating the effective contact area, no account shall be taken of the area of male and female threads in contact.

5.6.3.3 The connectors shall be able to carry the current required for the duty without giving rise to inadmissible temperatures (see 4.5.1, 4.7.1 and 4.7.2). 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 producing inadmissible temperatures.

5.6.3.4 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.

5.6.3.5 In Group I batteries, each live part shall have an insulating covering to avoid tracking currents and any accidental contact.

In Group II batteries, live parts shall have insulating protection to avoid any accidental contact.

5.7 *General purpose connection and junction boxes*

General purpose connection and junction boxes shall be allocated a permissible maximum dissipating power determined by the method of 6.7 to ensure that the limiting temperatures of 4.7 are not exceeded in service.

The general purpose connection or junction box may be fitted with any number of the recognized terminals up to the maximum permitted by the physical constraints of the enclosure and within the permissible maximum dissipated power determined in accordance with 6.7.

For each terminal, the dissipated power is calculated using the 20 °C resistance value for that terminal and its associated conductor, which is assumed to have a length equal to the maximum internal linear dimension of the enclosure, and the maximum current for which that terminal is to be used. The sum of these dissipated powers represents the total dissipated power for that configuration and circuit condition.

5.8 *Resistance heating devices and resistance heating units*

This subclause specifies supplementary requirements for the resistance heating devices and resistance heating units defined in 3.13.1 and 3.13.2 respectively. 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.

5.8.1 Pour l'application de la présente norme:

- les résistances chauffantes ne sont pas considérées comme des enroulements et le 4.6 de la présente norme ne s'applique pas;
- l'article 6 de la CEI 79-0 ne s'applique ni aux matériaux d'isolation des résistances chauffantes ni aux gaines des câbles ou rubans chauffants.

5.8.2 La résistance chauffante doit avoir un coefficient de température positif et le constructeur doit déclarer la valeur à 20 °C de la résistance et sa tolérance.

5.8.3 Le constructeur doit déclarer la température maximale en service T_p en °C. Les matériaux utilisés pour l'élément de chauffage par résistance doivent pouvoir supporter une température égale à $(T_p + 20)$ °C, vérifiée par une épreuve conformément à 6.8.3.

5.8.4 Le courant d'appel au froid de l'élément de chauffage par résistance, vérifié conformément à 6.8.5, 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.

5.8.5 L'élément de chauffage par résistance doit être construit pour être utilisé avec un dispositif de protection électrique tel que décrit dans l'annexe E sauf s'il est prévu que l'élément de chauffage par résistance, par exemple un chauffage anti-condensation dans un moteur électrique, soit protégé par la manière suivant laquelle il est incorporé dans le matériel électrique.

5.8.6 Lorsqu'un revêtement électriquement conducteur assure la fonction du dispositif de protection prévu en 5.8.5, 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 inférieure à celle du conducteur chauffant, pour une même longueur de l'élément de chauffage, à moins qu'il ne soit démontré qu'une température excessive, en condition de défaut, est exclue grâce au dispositif prévu en 5.8.5 ou, dans le cas d'une résistance chauffante à propriété auto-limitante, la résistance du revêtement conducteur ne doit pas être inférieure à celle d'un seul conducteur bus.

5.8.7 L'isolation électrique doit assurer que les conducteurs chauffants ne puissent pas être en contact avec l'atmosphère explosible.

NOTE - Par exemple, des perles enfilées ne satisfont pas à cette prescription.

5.8.8 La section des conducteurs de connexion de l'élément de chauffage par résistance doit être au moins égale à 1 mm² pour des raisons mécaniques.

5.8.9 Pour la détermination de la classe de température d'un élément de chauffage par résistance, une isolation thermique ne doit normalement pas être considérée comme empêchant l'accessibilité de l'atmosphère explosible.

5.8.10 La température de l'élément ou de l'unité de chauffage par résistance ne doit pas dépasser la température limite quand il est sous tension.

Cela doit être réalisé par l'un des procédés suivants:

- une conception auto-stabilisante (dans des conditions spécifiées d'emploi):

5.8.1 For the purposes of this standard:

- heating resistors are not considered to be windings and 4.6 of this standard does not apply;
- clause 6 of IEC 79-0 does not apply to the insulating materials of heating resistors and to the sheaths of heating cables and tapes.

5.8.2 The heating resistor shall have a positive temperature coefficient and the manufacturer shall declare the value of the resistance at 20 °C and its tolerance.

5.8.3 The manufacturer shall declare the maximum operating temperature T_p in °C. The materials used in the resistance heating device shall withstand a temperature of $(T_p + 20)$ °C, when tested in accordance with 6.8.3.

5.8.4 The cold start current of the resistance heating device when tested in accordance with 6.8.5 shall not exceed the manufacturer's declared value by more than 10 % at any time after the first 10 s of energization.

5.8.5 The resistance heating device shall be constructed for use with an electrical protective device, as considered in annex E, unless the resistance heating device, for example an anti-condensation heater in an electric motor, is intended to be protected by the manner in which it is incorporated in an electrical apparatus.

5.8.6 When an electrically conductive covering assures the function of the protective device foreseen in 5.8.5, 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 less than that of the heating resistor, for the same length of the resistance heating device, unless it can be shown that excessive temperature under fault conditions is prevented by the protective device foreseen in 5.8.5 or, in the case of a heating resistor with a self-limiting property, the resistance of the conductive covering shall be not less than that of one bus conductor.

5.8.7 The electrical insulation shall ensure that the heating resistors cannot be in contact with the potentially explosive atmosphere.

NOTE - Beaded insulation for instance would not satisfy this requirement.

5.8.8 The cross-section of the conductors for the connections to the resistance heating device shall be at least 1 mm² for mechanical reasons.

5.8.9 For the determination of the temperature class of a resistance heating device, thermal insulation shall not normally be considered as excluding access of the potentially explosive atmosphere.

5.8.10 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 stabilized design (under specified conditions of use);

- une propriété auto-limitante de l'élément de chauffage par résistance;
- un système de protection suivant 5.8.11 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. Le 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.

La température d'un élément de chauffage par résistance dépendant 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 22.2 de la CEI 79-0.

5.8.11 La protection par système de protection doit être assurée

- soit en détectant la température de l'élément de chauffage par résistance ou, si approprié, de son environnement immédiat;
- soit en détectant la température de l'environnement et au moins un paramètre en plus;
- soit en détectant deux ou plusieurs paramètres autres que la température.

NOTE - Des exemples de paramètres sont les suivants: niveau, débit, courant, courant de fuite, consommation de puissance.

Lorsque des conditions spéciales pour une utilisation sûre sont nécessaires, des instructions appropriées doivent être fournies (voir aussi la CEI 79-0, 25.2(9)). 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 du constructeur.

Le système de protection doit assurer la mise hors tension de chaque phase de l'élément ou unité de chauffage par résistance, soit directement, soit indirectement. Il doit être d'un modèle à remplacer manuellement ou à réarmer manuellement pour remettre sous tension l'élément ou unité de chauffage lorsqu'il est revenu à ses conditions normales de fonctionnement, excepté lorsque les informations du système de protection sont contrôlées d'une 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 ne doit pouvoir s'effectuer qu'à l'aide d'un outil.

Le réglage des appareils de protection doit être bloqué et muni d'un scellé et 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.

- a self-limiting property of the resistance heating device;
- an electrical protective system according to 5.8.11 which, at a predetermined surface temperature, isolates all live parts of the resistance heating device or unit. The 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.

The temperature of a resistance heating device being 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 22.2 of IEC 79-0.

5.8.11 The protection by a protective system shall be achieved

- by sensing the temperature of the resistance heating device or, if appropriate, of its immediate surroundings;
- or by sensing the surrounding temperature and one or more other parameters;
- or by sensing two or more parameters other than temperature.

NOTE - Examples of the parameters include the following: level, flow, current, leakage current, power consumption.

Where special conditions for safe use are necessary, appropriate instructions shall be given (see also IEC 79-0, 25.2(9)). 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. It shall be of a type that has to be manually replaced or manually rearmed to re-energize the heating device or unit after it has returned to its normal operating condition, 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.

Le système de protection doit agir en condition anormale et doit être additionnel et indépendant fonctionnellement de tout système de régulation qui pourrait être nécessaire pour des raisons de fonctionnement, en condition normale.

5.8.12 Les éléments et unités de chauffage par résistance doivent satisfaire aux règles pour les vérifications et épreuves de type de 6.8 et aux vérifications et épreuves individuelles de l'article 7.

5.9 *Autres matériels électriques*

Les matériels électriques qui ne sont pas spécifiquement mentionnés en 5.1 à 5.8 doivent être conformes aux règles de construction de l'article 4 et, dans l'esprit, à toutes les règles complémentaires de l'article 5 qui peuvent être applicables.

6 **Vérifications de type et épreuves de type**

Les présentes règles complètent les règles de l'article 22 de la CEI 79-0, qui sont également applicables, sauf spécification contraire, au mode de protection "e".

6.1 *Rigidité diélectrique*

La rigidité diélectrique doit être vérifiée par une épreuve effectuée:

- soit conformément à la norme (telle que définie dans le Guide CEI/ISO 2) applicable aux différents éléments du matériel électrique;
- soit, s'il n'existe pas de règles d'épreuve, en appliquant une tension de valeur efficace 500 V, avec une tolérance de ${}^{+5}_0$ %, pour les matériels électriques alimentés sous des tensions dont la valeur de crête ne dépasse pas 90 V, ou, pour les matériels électriques de tensions supérieures, en appliquant une tension de valeur efficace $(1\ 000 + 2U_N)$ V ou 1 500 V, en prenant la plus grande de ces valeurs, avec une tolérance de ${}^{+5}_0$ %, sauf que pour les éléments de chauffage par résistance et les unités de chauffage par résistance auxquels s'appliquent les règles complémentaires de 5.8, la tension à appliquer est $(1\ 000 + 2U)$ V, avec une tolérance de ${}^{+5}_0$ %, U étant la tension assignée du matériel.

La tension d'épreuve doit être appliquée pendant 1 min ${}^{+5}_0$ %.

6.2 *Machines électriques tournantes*

6.2.1 Les machines à rotor à cage doivent être soumises à des épreuves, rotor bloqué, pour déterminer le rapport du courant de démarrage I_A/I_N et la durée t_E .

Pour les machines de puissance nominale supérieure à 160 kW, l'échauffement au régime assigné et la durée t_E peuvent également être calculés.

Lorsque les épreuves des machines dont la puissance dépasse 75 kW ne peuvent être faites ni dans les ateliers du constructeur, ni à la station d'essais, le constructeur et la station d'essais peuvent se mettre d'accord pour admettre des valeurs calculées.

Les méthodes d'épreuve et de calcul sont données dans l'annexe B.

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 normal conditions.

5.8.12 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.

5.9 *Other electrical apparatus*

Electrical apparatus that is not specifically mentioned in 5.1 to 5.8 shall comply with the constructional requirements in clause 4 and in spirit with any supplementary requirements in clause 5 that may apply.

6 Type verifications and type tests

These requirements supplement those of clause 22 of IEC 79-0 which are applicable also, unless otherwise stated, to type of protection "e".

6.1 *Electric strength*

The electric strength shall be verified by a test:

- either as given in a standard (as defined in IEC/ISO Guide 2) for the individual items of electrical apparatus;
- or, if there is no test requirement, made at 500 V r.m.s. with a tolerance of $+5_0$ % for electrical apparatus for supply voltages not exceeding 90 V peak or, for higher voltages, at $(1\ 000 + 2U_N)$ V r.m.s. or 1 500 V r.m.s., whichever is the greater, with a tolerance of $+5_0$ %, except that for resistance heating devices and resistance heating units to which the additional requirements of 5.8 apply, the test voltage to be applied is $(1\ 000 + 2U)$ V, with a tolerance of $+5_0$ %, where U is the rated voltage of the apparatus.

The test voltage shall be applied for 1 min $+5_0$ %.

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 .

For machines rated at more than 160 kW, the temperature rise in rated service and time t_E may alternatively be calculated.

Where it is not possible to make tests on a machine of which the rating exceeds 75 kW, either in the manufacturer's works or in the testing station, the manufacturer and the testing station may agree together to accept calculated figures.

The methods of test and of calculation are given in annex B.

6.2.2 Sous réserve que les conditions d'épreuve soient équivalentes aux conditions de service, les machines électriques tournantes peuvent n'être éprouvées qu'avec l'axe en position horizontale, même si elles sont prévues pour être utilisées dans d'autres positions.

6.3 *Luminaires raccordés à un réseau*

6.3.1 *Epreuves mécaniques des douilles à vis*

Excepté dans le cas du culot E10, pour lequel cet essai n'a pas à être effectué, un culot d'épreuve conforme aux dimensions prescrites dans la CEI 238 doit être complètement monté dans la douille avec un couple de serrage égal au couple prescrit dans le tableau 6.

Le culot d'épreuve 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 6.

Tableau 6 - Couple de serrage et couple minimal pour retirer le culot

| Type de culot | Couple de serrage N.m | Couple minimal pour retirer le culot N.m |
|---------------|--------------------------|--|
| E14 | 1,0 ± 0,1 | 0,3 |
| E27 | 1,5 ± 0,1 | 0,5 |
| E40 | 3,0 ± 0,1 | 1,0 |

6.3.2 *Epreuve 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 sous 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 79-0 pour la classe de température.

La diode restant en circuit, le luminaire est ensuite alimenté sous sa tension assignée et la température limite donnée en 1b) du tableau 4 ne doit pas être dépassée.

6.4 *Appareils de mesure et transformateurs de mesure*

6.4.1 Les échauffements des transformateurs de courant avec leur enroulement secondaire 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, pourront être déterminés soit par calcul soit par des épreuves. Dans le cas où ils sont calculés, on doit tenir compte de l'augmentation de résistance des enroulements, mais négliger les pertes de chaleur.

6.4.2 La résistance aux efforts électrodynamiques des circuits de courant doit être vérifiée par une épreuve. Les transformateurs de courant doivent être éprouvés avec leur enroulement secondaire en court-circuit. La durée de l'épreuve 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.

La durée de l'essai thermique doit être d'au moins 1 s avec un courant primaire de valeur efficace au moins égale à I_{th} .

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.

6.3 *Luminaires designed for mains supply*

6.3.1 *Mechanical tests for screwed lampholders*

Except in the case of the E10 lamp cap, to which this test does not apply, a test lamp cap in accordance with the dimensions specified in IEC 238 shall be fully inserted into the lampholder, applying an insertion torque as prescribed in table 6.

The test lamp cap shall then be partly withdrawn by rotating through 15° and the torque then required to remove the cap shall be not less than the minimum removal torque prescribed in table 6.

Table 6 - Insertion torque and minimum removal torque

| Lamp cap size | Insertion torque N.m | Minimum removal torque N.m |
|---------------|-------------------------|----------------------------------|
| E14 | 1,0 ± 0,1 | 0,3 |
| E27 | 1,5 ± 0,1 | 0,5 |
| E40 | 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 79-0 for the temperature class.

With the diode in circuit, the luminaire is then supplied at rated voltage and the limiting temperature given in 1b) of table 4 shall not be exceeded.

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.

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} .

L'essai dynamique peut être combiné avec l'essai thermique pourvu 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 un temps t de telle manière que la valeur numérique de (I^2t) 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 185, 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 est déterminé par une épreuve au cours de laquelle 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 essayé 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

Ces épreuves de type s'appliquent aux batteries auxquelles les règles complémentaires du 5.6 s'appliquent.

6.6.1 Résistance d'isolement

6.6.1.1 Les conditions des épreuves sont:

- 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.

6.6.1.2 La résistance d'isolement est considérée satisfaisante si la valeur mesurée est au moins égale à la valeur spécifiée en 5.6.2.7.

6.6.2 Epreuve de choc

Les batteries qui, en service normal, sont soumises à des chocs mécaniques doivent être soumises à cette épreuve. Les autres batteries n'ont pas à être soumises à cette épreuve mais leur marquage doit alors comprendre le signe X conformément à 9) du 25.2 de la CEI 79-0.

L'épreuve doit être effectuée 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 d'éprouver chaque capacité mais uniquement un nombre suffisant d'entre elles pour permettre l'évaluation du comportement de la série complète.

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 interturn overvoltage test shall be carried out on current transformers by the method given in IEC 185 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 when 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*

These type tests are applied to batteries to which the additional requirements of 5.6 apply.

6.6.1 *Insulation resistance*

6.6.1.1 The test conditions are:

- 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.

6.6.1.2 The insulation resistance is considered satisfactory if the measured value is equal to at least the value specified in 5.6.2.7.

6.6.2 *Shock test*

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 9) of 25.2 of IEC 79-0.

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.

6.6.2.1 Conditions de l'épreuve

Une épreuve doit être effectuée sur chaque échantillon comprenant au moins deux fois deux éléments neufs, complètement chargés et avec leurs éléments de connexions 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 répondre aux règles du 4.3 de la CEI 68-2-27.

La machine à chocs doit produire une impulsion semi-sinusoïdale comme indiqué sur la figure 3 de la CEI 68-2-27. La tolérance sur la variation de vitesse, le mouvement transversal et la chaîne de mesure doivent satisfaire respectivement aux règles des 4.1.2, 4.1.3 et 4.2 de la CEI 68-2-27. L'accélération de crête doit être de $5 g_n$ comme défini au tableau I de l'article 5 de cette norme.

6.6.2.2 Déroulement de l'épreuve

Le déroulement de l'épreuve 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:
 - 3 chocs successifs orientés verticalement vers le haut,
 - 3 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.

6.6.2.3 Critères d'acceptation

Les trois conditions suivantes doivent être satisfaites sur chaque échantillon:

- a) pas de variation brutale de la tension durant l'épreuve;
- b) pas de dommages ou déformations visibles;
- c) pas de réduction de plus de 5 % de la capacité.

6.6.3 Epreuve de ventilation suffisante du coffre de batterie

Le but de l'épreuve est la détermination de la teneur maximale en hydrogène à l'intérieur du coffre de batterie et du dimensionnement suffisant de ses évents. Pour cela, de l'hydrogène est dégagé dans le coffre de batterie.

6.6.3.1 Le volume d'hydrogène à dégager dans le coffre de batterie doit être déterminé par la formule:

$$\text{Hydrogène (m}^3\text{/h)} = \text{nombre d'éléments} \times \text{capacité (Ah)} \times 5 \times 10^{-6}.$$

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.

6.6.2.1 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 68-2-27.

The shock machine shall generate a half-sine pulse as shown in figure 3 of IEC 68-2-27. 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 68-2-27. The peak acceleration value shall be $5 g_n$ as defined in Table I in clause 5 of that standard.

6.6.2.2 Test procedure

The test procedure for each sample shall be as follows:

- a) the capacity of each sample is determined;
- b) a constant 5 h discharge current flows during the test;
- c) 15 independent shocks are applied to each sample as follows:
 - 3 successive shocks in the vertically upwards direction,
 - 3 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.

6.6.2.3 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 %.

6.6.3 Test for adequate ventilation of battery container

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.

6.6.3.1 The volume of hydrogen to be released in the battery container shall be determined by the 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.

6.6.3.2 L'une ou l'autre des méthodes a) ou b) ci-après peut être utilisée.

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'évent 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 d'évent sous 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 au 6.6.3.1.

L'hydrogène sera distribué uniformément entre chaque bouchon de remplissage et d'évent.

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 mentionnée en 6.6.3.1. Le courant de surcharge est déterminé par la formule:

$$\text{Courant de surcharge (A)} = \frac{\text{hydrogène (m}^3\text{/h)}}{\text{nombre d'éléments} \times 0,44 \times 10^{-3}}$$

6.6.3.3 Pendant la durée de l'épreuve, la température ambiante, la température du coffre de batterie et la température des éléments ou des boîtes qui simulent ces 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.

L'épreuve doit être réalisée à la pression atmosphérique existante à la station d'essais et dans un emplacement sans courants d'air appréciables.

6.6.3.4 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 de plus de 5 % la moyenne des quatre mesures.

L'intervalle de temps entre les mesures consécutives ne doit pas être inférieur à 30 min.

La mesure doit être effectuée à une distance des bouchons de remplissage et d'évent garantissant que la teneur mesurée est celle de l'hydrogène à l'intérieur du coffre de la batterie et non pas celle de l'hydrogène dégagé par les bouchons de remplissage et d'évent.

6.6.3.5 L'épreuve doit être effectuée au moins deux fois.

6.6.3.2 Either of the methods in a) and b) below may be used.

a) *Method 1.* That part of the battery container which is normally occupied by 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 to 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 6.6.3.1.

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 it is intended to contain 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 6.6.3.1. The overcharging current is determined by the following formula:

$$\text{Overcharging current (A)} = \frac{\text{hydrogen (m}^3\text{/h)}}{\text{number of cells} \times 0,44 \times 10^{-3}}$$

6.6.3.3 For the duration 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.

The test shall be carried out at the barometric pressure at the testing station and in an area free from appreciable draughts.

6.6.3.4 The test shall be continued until four consecutive measurements have shown that the increase in the hydrogen concentration does not exceed by more than 5 % the mean of the four measurements.

The time interval between consecutive measurements shall be not less than 30 min.

The measurements shall be made at a distance from the filler and vent plugs ensuring that the concentration measured is that of the hydrogen within the battery container and not that of the hydrogen released from the filler and vent plugs.

6.6.3.5 The test shall be carried out at least twice.

6.6.3.6 L'épreuve est satisfaisante 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 est 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 des conducteurs pour chaque borne est égale à la dimension linéaire interne maximale de l'enveloppe. Les conducteurs sont disposés en groupes de six à l'intérieur du coffret.

NOTE - La borne correspondant au "cas le plus défavorable" est celle présumée présente, l'échauffement le plus grand lorsqu'elle est traversée par le courant assigné.

Le circuit est parcouru par un courant égal au courant assigné de la borne. On mesure la température de la partie la plus chaude lorsque les conditions de stabilité ont été obtenues.

La puissance dissipée maximale permise est déterminée par calcul pour l'échauffement mesuré, en utilisant la résistance du circuit à $20\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ et le courant assigné de la borne.

6.8 Éléments de chauffage par résistance et unités de chauffage par résistance

Les présentes épreuves de type s'appliquent aux éléments de chauffage par résistance et aux unités de chauffage par résistance auxquels s'appliquent les règles complémentaires de 5.8.

6.8.1 Les épreuves doivent être effectuées sur un échantillon ou un prototype de l'élément de chauffage par résistance. Dans le cas de câbles ou rubans, ce doit être un échantillon ou un prototype d'au moins 3 m de longueur comprenant les discontinuités de construction afin d'assurer qu'elles soient essayées. Sauf spécifications contraires, les épreuves doivent être effectuées à une température comprise entre 10 °C et 25 °C .

6.8.2 La vérification de l'isolation électrique d'un échantillon ou d'un prototype doit être faite par l'immersion de la partie concernée dans de l'eau de distribution pendant 30 min, puis en soumettant l'échantillon ou le prototype à l'épreuve indiquée en a), suivie de celle indiquée en b):

a) Une tension de $(500 + 2 U)\text{ V}$, où U est la tension assignée du matériel, est appliquée pendant 1 min, avec le revêtement électriquement conducteur prévu en 5.8.6 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 ou plusieurs conducteurs, 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 seront déconnectées.

b) La résistance d'isolement doit ensuite être mesurée par une source de tension continue de 500 V (valeur nominale). Le prototype ou échantillon doit avoir une résistance d'isolement d'au moins $20\text{ M}\Omega$. Cependant pour des éléments de chauffage par résistance comprenant des câbles ou rubans, pouvant avoir, en installation, une longueur supérieure à 75 m, la résistance d'isolement ne doit pas être inférieure à $1,5\text{ M}\Omega \cdot \text{km}$ (par exemple $500\text{ M}\Omega$ pour un échantillon de 3 m).

6.6.3.6 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 is fitted with a number of the "worst case" terminals which are wired in series using conductors of the maximum size specified for that particular terminal. The length of wiring per terminal is equal to the maximum internal linear dimension of the enclosure. The conductors are arranged in groups of six within the box.

NOTE - The "worst case" terminal is that which has been found to exhibit the highest temperature rise when passing its rated current.

A current equal to the rated current of the terminal is passed through the series circuit. The temperature of the hottest part is measured when steady state conditions have been reached.

The permissible maximum dissipated power is determined for the measured temperature rise by calculation, using the $20\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ resistance of the series circuit and the rated current for the terminal.

6.8 *Resistance heating devices and resistance heating units*

These type tests apply to resistance heating devices and resistance heating units to which the additional requirements of 5.8 apply.

6.8.1 The tests shall be carried out on a sample or prototype of a resistance heating device. In the case of a cable or tape, this shall be a sample or prototype of not less than 3 m in length and including constructional discontinuities to ensure that these are tested. Unless otherwise specified, the tests shall be carried out at a temperature between 10 °C and 25 °C .

6.8.2 The verification of the electrical insulation of a 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 a voltage of $(500 + 2 U)$ V, where U is the rated voltage of the apparatus, for 1 min, with the conductive covering foreseen in 5.8.6 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 water. Connections between conductors shall be broken if necessary.

b) Measure the insulation resistance with a d.c. source voltage (nominal) of 500 V. The prototype or sample shall have an insulation resistance of at least $20\text{ M}\Omega$. However, for resistance heating devices comprising cable or tape, having a possible installed length greater than 75 m, the insulation shall have a resistance not less than $1,5\text{ M}\Omega \cdot \text{km}$ (for example, $500\text{ M}\Omega$ for a 3 m sample) .

6.8.3 La stabilité thermique des matériaux isolants de l'élément de chauffage doit être vérifiée sur un échantillon ou prototype, après un séjour d'au moins 4 semaines dans l'air à la température ($T_p + 20$) °C, sans être inférieure à 80 °C, et, pendant au moins 24 h à une température comprise entre -25 °C et -30 °C. La conformité de l'échantillon ou du prototype doit alors être vérifiée par la vérification de l'isolation électrique de 6.8.2 a) et b).

6.8.4 L'épreuve de tenue au choc doit être effectuée sur des nouveaux échantillons ou prototypes avec un appareil d'essai similaire à celui décrit dans la figure A.1 de l'annexe A de la CEI 79-0 en utilisant une pièce de frappe hémisphérique en acier trempé avec une énergie de choc de 7 J ou 4 J suivant le degré de risque de danger mécanique spécifié en 22.4.3.1 de la CEI 79-0, à moins que l'élément ou unité de chauffage par résistance ne soit protégé par une enveloppe respectant les règles pour les enveloppes contenues dans le 22.4.3.1 de la CEI 79-0.

Dans le cas de câbles ou rubans, la pièce de frappe hémisphérique doit être remplacée par un cylindre en acier de 25 mm de diamètre, de longueur appropriée pour s'appliquer à toute la largeur de l'échantillon ou prototype, et orienté, lors de l'épreuve, perpendiculairement à l'axe de l'échantillon ou prototype. La conformité de l'échantillon ou prototype doit alors être vérifiée par le contrôle de l'isolation électrique de 6.8.2 a) et b) des parties soumises au choc.

6.8.5 La vérification de courant d'appel au froid doit être effectuée sur 3 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 ± 2 °C près à la valeur de température froide déclarée par le constructeur.

La tension de fonctionnement doit être appliquée aux échantillons sans les retirer de leur environnement froid, et un relevé continu de courant durant la première minute de fonctionnement est effectué.

6.8.6 Les épreuves pour des constructions particulières d'éléments ou d'unités de chauffage par résistance doivent être effectuées conformément à l'annexe C.

7 Vérifications individuelles et épreuves individuelles

Les présentes règles complètent les règles de l'article 23 de la CEI 79-0, qui sont également applicables au mode de protection "e".

7.1 Une épreuve de rigidité diélectrique doit être effectuée conformément à 6.1.

7.2 Contrairement à 7.1, la rigidité diélectrique des batteries doit être vérifiée conformément à 6.6.1.

La résistance d'isolement d'une batterie est considérée suffisante lorsque la valeur prescrite en 5.6.2.7 est obtenue.

8 Marquage

Les présentes règles complètent les règles de l'article 25 de la CEI 79-0, qui sont également applicables au mode de protection "e". Le marquage du matériel électrique doit, en plus, comporter les indications suivantes:

6.8.3 The thermal stability of the insulating materials of the resistance heating device shall be verified on a sample or prototype after it has been stored in air at a temperature of $(T_p + 20)$ °C, but not less than 80 °C, for at least 4 weeks and also 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 6.8.2 a) and b).

6.8.4 The test for resistance to impact shall be carried out on two new samples or prototypes with an apparatus similar to that shown in figure A.1 appendix A of IEC 79-0 using a hemispherical hardened steel impact head with an impact energy of 7 J or 4 J according to the degree of mechanical risk as prescribed in 22.4.3.1 of IEC 79-0, unless the resistance heating device or unit is protected by an enclosure complying with the requirements for enclosures in 22.4.3.1 of IEC 79-0.

In the case of cable or tape, the hemispherical impact head shall be replaced by a steel cylinder of 25 mm diameter, with an adequate length to cover the total width of the cable or tape and oriented for the impact test at right-angles to the axis of the sample or prototype. Compliance shall be verified by submitting the impacted area to the insulation integrity test in 6.8.2 a) and b).

6.8.5 The test for the cold start current shall be carried out on three samples or prototypes of 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 of the current flow obtained during the first minute of energization.

6.8.6 Tests for specific forms of resistance heating devices or units shall be carried out in accordance with annex C.

7 Routine verification and routine tests

These requirements supplement the requirements of clause 23 of IEC 79-0, which are applicable also to type of protection "e".

7.1 An electric strength test shall be carried out in accordance with 6.1.

7.2 Contrary to 7.1, the electric strength test for batteries shall be carried out in accordance with 6.6.1.

The insulation resistance of a battery is considered satisfactory when the value required by 5.6.2.7 is obtained.

8 Marking

These requirements supplement those of clause 25 of IEC 79-0 which are applicable also to type of protection "e". Electrical apparatus shall be additionally marked with the following:

- a) tension et courant assignés;
- b) pour les machines tournantes et les électro-aimants en courant alternatif, le rapport du courant de démarrage I_A/I_N et la durée t_E ;
- c) pour les appareils de mesure et les transformateurs de mesure, le courant de court-circuit thermique assigné I_{th} et le courant dynamique assigné I_{dyn} ;
- 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, la puissance dissipée maximale permise;
- f) les limitations d'emploi, par exemple utilisation exclusive dans des environnements propres;
- g) les caractéristiques des dispositifs spéciaux de protection lorsqu'ils sont nécessaires, par exemple pour le contrôle de la température ou pour des conditions de démarrage pénibles, et les conditions spéciales d'alimentation, par exemple pour des convertisseurs;
- h) pour les batteries conformes à 5.6, le mode de construction des éléments, le nombre d'éléments et la tension nominale, la capacité assignée et la durée de décharge correspondante. Si aucune mesure de sécurité, comme celle qui est prévue dans la note de 5.6, n'est appliquée, le coffre de batterie doit porter la plaque d'avertissement: «NE PAS CHARGER DANS UN EMBLEMMENT DANGEREUX».
- i) pour les éléments et unités de chauffage par résistance auxquels s'appliquent les règles complémentaires de 5.8, la température T_p .

NOTE - Il convient que des consignes d'utilisation (consignes d'entretien) destinées à être apposées dans le local de charge soient fournies avec chaque batterie. Il convient que ces consignes contiennent toutes les prescriptions nécessaires pour la charge, le service et l'entretien.

Il convient que ces consignes d'utilisation comportent 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;
- d'autres prescriptions qui peuvent conditionner la sécurité d'emploi de la batterie, par exemple des restrictions concernant l'ouverture du couvercle pendant la charge, le délai minimal avant la fermeture du couvercle pour tenir compte du dégagement gazeux après la charge, le contrôle du niveau de l'électrolyte, les spécifications de l'électrolyte et de l'eau de remplissage, la position de montage.

- a) rated voltage and rated current;
- b) for rotating electrical machines and a.c. magnets the starting current ratio I_A/I_N and time t_E ;
- c) for measuring instruments and instrument transformers, the rated short-time thermal current I_{th} and rated dynamic current I_{dyn} ;
- d) for luminaires, the technical data of the lamps to be used, for example electrical rating, and, if necessary, the dimensions;
- e) for general purpose terminal or junction boxes, the permissible maximum dissipated power;
- f) restrictions in use, for example use in clean environments only;
- g) the characteristics of special protective devices where required, for example for temperature control or for arduous starting conditions, and special supply conditions, for example for converters;
- h) for batteries in accordance with 5.6, type of construction of cells, number of cells and nominal voltage, rated capacity with the corresponding duration of discharge. If no safety measures as foreseen in the note to 5.6 are applied, then the battery container shall carry the following warning plate "DO NOT CHARGE IN A HAZARDOUS AREA".
- i) for resistance heating devices and resistance heating units to which the additional requirements of 5.8 apply, the temperature T_p .

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

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

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

Annexe A
(normative)

Douilles et culots de lampes pour luminaires raccordés à un réseau

A.1 Les douilles, lorsqu'elles sont montées avec le culot de lampe approprié, doivent satisfaire aux règles d'épreuves relatives à la non-transmission d'une inflammation interne de la CEI 79-1 pour le Groupe I ou le Groupe IIC.

A.2 Les douilles à vis, lorsqu'elles sont montées avec le culot de lampe approprié, doivent satisfaire à la prescription de A.1, ou alors la douille doit être pourvue d'un interrupteur à fonctionnement rapide avec une enveloppe qui satisfait aux règles de construction et d'épreuve relatives à la non-transmission d'une inflammation interne de la CEI 79-1 pour le Groupe I ou le Groupe IIC.

Des précautions doivent être prises pour empêcher le desserrage de la lampe dans la douille.

Les douilles à vis, lorsqu'elles sont montées avec le culot de lampe approprié, doivent en plus satisfaire aux règles d'épreuve de 6.3 relatives au couple de serrage et au couple pour retirer le culot. Par dérogation aux prescriptions de 4.3 et de 4.4, les lampes à culots à vis utilisées dans les luminaires doivent comporter des matériaux isolants de la catégorie a (voir tableau 2) et satisfaire aux prescriptions minimales du tableau A.1 ci-après pour les lignes de fuite et distances dans l'air.

Tableau A.1 - Lignes de fuite et distances dans l'air pour les douilles et culots de lampes à vis

| Tension V | Lignes de fuite et distances dans l'air mm |
|-------------------|--|
| $U \leq 60$ | 2 |
| $60 < U \leq 250$ | 3 |

A.3 Les douilles pour les lampes tubulaires à fluorescence doivent satisfaire aux règles dimensionnelles de la feuille Fa6 de la CEI 61-2.

A.4 Pour les douilles autres que celles qui font l'objet des articles A.2 et A.3, la longueur du joint entre la douille et le culot ou la broche doit, au moment de la séparation du contact, être d'au moins 10 mm.

Annex A (normative)

Lampholders and lamp caps for luminaires designed for mains supply

A.1 Lampholders with the appropriate lamp cap fitted shall comply with the test requirements for non-transmission of an internal ignition of IEC 79-1 for Group I or Group IIC.

A.2 Screw lampholders with the appropriate lamp cap fitted shall either comply with A.1 or the lampholder shall be fitted with a quick-acting switch with an enclosure complying with the construction and test requirements for non-transmission of an internal ignition laid down in IEC 79-1 for Group I or Group IIC.

Precautions shall be taken to prevent self-loosening of the lamp in the lampholder.

Screw lampholders with the appropriate lamp cap fitted shall additionally comply with the test requirements in 6.3 relating to insertion and removal torques. As an exception to the requirements of 4.3 and 4.4, lamps with screw caps used in the luminaires are required to use Grade a insulation (see table 2) and to comply with the minimum requirements in table A.1 for creepage distances and clearances.

Table A.1 - Creepage distance and clearance for screw lampholders and caps

| Voltage V | Creepage distance and clearance mm |
|-------------------|--|
| $U \leq 60$ | 2 |
| $60 < U \leq 250$ | 3 |

A.3 Lampholders for tubular fluorescent lamps shall comply with the dimensional requirements of data sheet Fa6 of IEC 61-2.

A.4 For lampholders other than those prescribed in A.2 and A.3, the length of the path through the joint between the lampholder and the cap or the pin, at the moment of contact separation, shall be at least 10 mm.

Annexe B (normative)

Moteurs à cage - Méthodes d'épreuves et de calculs

On doit déterminer les échauffements du stator et du rotor qui sont atteints au régime assigné, ainsi que l'échauffement qui se produit à rotor calé.

Pour des moteurs de puissance supérieure à 160 kW (ou 75 kW si le troisième alinéa de 6.2.1 est appliqué), les échauffements au régime assigné et à rotor calé peuvent être déterminés par calcul au lieu d'être déterminés par une épreuve. Pour s'assurer de la validité du calcul, on devra se reporter, dans la mesure du possible, à des comparaisons de mesures effectuées sur des moteurs semblables et à des investigations sur modèles.

B.1 L'échauffement des enroulements statoriques et du rotor au régime assigné doit être déterminé suivant la méthode donnée en 15.4.1 et 15.4.2 de la CEI 34-1, sauf que le tableau qui figure en 15.4.1 de la CEI 34-1 est à remplacer par le tableau B.1.

Tableau B.1 - Temps après la mise hors tension au bout duquel on détermine l'échauffement à pleine charge au régime assigné

| Puissance assignée P kW/(kVA) | Temps après la mise hors tension s |
|------------------------------------|--|
| $P \leq 50$ | 30 |
| $50 < P \leq 200$ | 90 |
| $200 < P$ | 120 |

B.2 Les échauffements des moteurs à rotor calé doivent être déterminés expérimentalement de la façon suivante:

B.2.1 Le moteur étant à la température ambiante, rotor calé, doit être alimenté sous sa tension assignée et à sa fréquence assignée.

B.2.2 Le courant du stator mesuré 5 s après l'enclenchement doit être considéré comme le courant de démarrage I_A .

B.2.3 La mesure des échauffements de cage de rotor (barres et anneaux) doit être effectuée à l'aide soit de thermocouples associés à des appareils de mesure présentant une constante de temps faible par rapport à la vitesse de montée en température, soit d'indicateurs thermométriques ou autres dispositifs. La plus élevée des températures obtenues au cours de ces mesures est la seule à prendre en considération.

B.2.4 L'échauffement moyen de l'enroulement statorique, mesuré par variation de résistance, doit être considéré comme l'échauffement de l'enroulement.

Annex B (normative)

Cage motors - Methods of test and of calculation

The temperature rises of the stator and rotor which are attained during rated service and the temperature rise occurring in the stalled motor shall be determined.

For motors with an output exceeding 160 kW (or 75 kW if the third paragraph of 6.2.1 applies) the values of temperature rise referring to rated service and stalled condition may be determined by calculation instead of by test. As far as possible, comparative measurements on similar motors and investigations on models shall be used to check the accuracy of the calculations.

B.1 The temperature rise of the stator and rotor windings in rated service shall be determined by the method described in 15.4.1 and 15.4.2 of IEC 34-1, except that the table in 15.4.1 of IEC 34-1 is replaced by table B.1.

Table B.1 - Time after switch-off for the determination of the temperature rise in rated service

| Rated output, P kW/(kVA) | Time after switch off s |
|-------------------------------|----------------------------|
| $P \leq 50$ | 30 |
| $50 < P \leq 200$ | 90 |
| $200 < P$ | 120 |

B.2 The temperature rise in stalled motors shall be determined experimentally as follows.

B.2.1 With the stalled motor initially at ambient temperature, rated voltage and rated frequency shall be applied.

B.2.2 The stator current measured 5 s after switching on shall be considered to be the starting current I_A .

B.2.3 The temperature rises in the rotor cage (bars and rings) shall be measured by thermocouples and measuring instruments having time constants that are small compared with the rate of rise of temperature, or by temperature detectors or other means. The highest of the temperatures obtained during these measurements is the one to be considered.

B.2.4 The average temperature rise of the stator, determined from resistance measurements, is taken as the temperature rise of the winding.

B.2.5 Lorsque l'épreuve à rotor calé est faite sous une tension inférieure à la tension assignée, les valeurs mesurées doivent être augmentées proportionnellement à ces tensions, linéairement pour le courant de démarrage (voir B.2.2) et quadratiquement pour les échauffements. Les éventuels effets de saturation doivent être pris en compte.

B.3 Le calcul des échauffements dans les moteurs à rotor calé doit s'effectuer de la manière suivante:

B.3.1 Pour déterminer la température d'un rotor en court-circuit, l'échauffement par effet joule doit être calculé en tenant compte de la production de la chaleur dans les barres et les anneaux ainsi que de la capacité calorifique de la cage. L'influence de l'effet pelliculaire sur la répartition de la chaleur dans les barres doit être prise en considération. Il sera admis de tenir compte de la dissipation de la chaleur dans le fer.

B.3.2 La vitesse d'échauffement $\Delta\theta/t$ des enroulements du stator du moteur à rotor calé doit être calculée d'après la formule:

$$\frac{\Delta\theta}{t} = a \times j^2 \times b$$

où

j est la densité de courant au démarrage, en A/mm²

a est le coefficient en K/(A/mm²)² s (pour le cuivre, $a = 0,0065$)

$b = 0,85$ (facteur de réduction pour tenir compte de la dissipation calorifique des enroulements imprégnés).

B.4 La durée t_E doit être déterminée de la façon suivante (voir figure B.1).

De la température limite OC, on retranche la température ambiante maximale OA (normalement 40 °C) et l'échauffement au régime assigné AB. De cette différence BC et de la courbe d'échauffement au cours de l'épreuve à rotor calé (obtenue par mesure ou calcul) on déduit la durée t_E .

Cette détermination est faite séparément pour le stator et pour le rotor. C'est la plus petite de ces deux valeurs qui est adoptée comme durée t_E du moteur, pour la classe de température considérée.

B.5 Les moteurs à démarrage pénible ou munis d'un dispositif de protection spécial (par exemple, dispositifs contrôlant la température des enroulements) doivent être essayés avec leur dispositif de protection.

B.6 Les moteurs formant des ensembles avec des convertisseurs et les dispositifs de protection associés doivent être essayés afin de déterminer que les échauffements limites concernés ne sont pas dépassés dans toute la gamme des conditions de fonctionnement données par la combinaison du moteur et du convertisseur.

B.2.5 When the stalled motor test is made with a voltage less than the rated voltage, the measured values shall be increased in proportion to the ratio of those voltages, directly for the starting current (see B.2.2) and according to the square of the temperature rise. Saturation effects, if any, shall be taken into account.

B.3 The temperature rises in stalled motors shall be calculated as follows.

B.3.1 When calculating the temperature of the short-circuited rotor, the temperature rise shall be calculated from the joule heating effect, taking account of the heat generated in the bars and rings as well as of the thermal capacity of the cage. The influence of skin effect on the heat distribution in the bars shall be considered. Allowance may be made for the heat transfer to the iron.

B.3.2 The rate of temperature rise with time, $\Delta\theta/t$ of the stator windings in the stalled motor shall be calculated as follows:

$$\frac{\Delta\theta}{t} = a \times j^2 \times b$$

where

j is the starting current density, in A/mm²

a is the coefficient in K/(A/mm²)² s (for copper, $a = 0,0065$)

$b = 0,85$ (a reduction factor which takes into account the heat dissipation from impregnated windings).

B.4 The time t_E shall be determined as follows (see figure B.1).

From the limiting temperature OC, the maximum ambient temperature OA (normally 40 °C) and the temperature rise in rated service AB are subtracted. From this difference BC and the rate of temperature rise in the stalled motor test (obtained by measurement or calculation), the time t_E is determined.

Separate calculations are made for the rotor and for the stator. The smaller of the two values is taken as the time t_E for the motor for the appropriate temperature class.

B.5 Motors designed for arduous starting conditions or provided with special protective devices (for example, devices monitoring the temperature of the windings) shall be tested in conjunction with those protective devices.

B.6 Motors forming units with converters and the associated protective devices shall be tested to determine that the relevant limiting temperatures are not exceeded over the range of operating conditions given by the combination of motor and converter.

Annexe C (normative)

Epreuves de type pour des constructions particulières d'éléments de chauffage par résistance ou unités de chauffage par résistance

C.1 Eléments de chauffage par résistance subissant des contraintes mécaniques

Les éléments flexibles de chauffage par résistance tels que les câbles ou rubans chauffants, qui ne sont pas protégés par une enveloppe respectant les règles pour les enveloppes contenues dans le 22.4.3.1 de la CEI 79-0, doivent être soumis aux épreuves d'écrasement et de flexion à basse température des C.1.1 et C.1.2.

C.1.1 Epreuve d'écrasement

Un échantillon est placé sur un support horizontal rigide en acier. Une force d'écrasement de 1 500 N est appliquée, pendant 30 s, sans choc, à l'échantillon, par l'intermédiaire d'un cylindre en acier de 6 mm de diamètre et de 25 mm de longueur totale, avec extrémités hémisphériques. Lors de l'épreuve, le cylindre est posé à plat sur l'échantillon et dans le cas de câble ou de ruban, le cylindre est orienté perpendiculairement à l'axe de l'échantillon.

La conformité est alors vérifiée par l'épreuve de vérification de l'isolation électrique de 6.8.2 a) et b) .

C.1.2 Epreuve de flexion à basse température

L'appareillage utilisé pour l'épreuve de flexion est représenté à la figure C.1. L'appareillage, avec un échantillon en position, est conservé pendant 4 h à une température de -10°C ou à la plus basse température d'installation déclarée par le constructeur avec une tolérance de $\pm 3^{\circ}\text{C}$. Immédiatement après retrait de la chambre froide, l'échantillon est plié à 90° autour d'un mandrin, puis plié à 180° dans le sens opposé, autour de l'autre mandrin, puis redressé à sa position verticale. Le cycle d'opérations est effectué deux fois, chaque cycle durant environ 5 s.

La conformité est alors vérifiée par l'épreuve de vérification de l'isolation électrique de 6.8.2 a) et b) .

NOTE - Il convient que le constructeur spécifie les exigences et précautions à prendre et, au moins, les valeurs minimales du rayon de courbure et de la température à laquelle l'élément peut être mis en forme.

C.2 Eléments ou unités de chauffage par résistance destinés à être immergés

Un échantillon, ou la partie de l'échantillon destinée à être immergée, est immergé sous 50 mm + 5 mm, 0 mm d'eau de distribution, pendant 14 jours. La conformité est alors vérifiée par l'épreuve de vérification de l'isolation électrique de 6.8.2 a) et b) .

NOTE - Cet essai n'est pas destiné à vérifier l'aptitude des éléments ou unités de chauffage par résistance à fonctionner immergé dans des liquides autres que l'eau ou sous une pression de plus de 500 Pa.

Annex C (normative)

Type tests for specific forms of resistance heating devices or resistance heating units

C.1 Resistance heating devices subjected to mechanical stresses

Flexible resistance heating devices, such as heating cables and tapes, not protected by an enclosure complying with the requirements for enclosures in 22.4.3.1 of IEC 79-0, shall be submitted to the crushing and low temperature bend tests in C.1.1 and C.1.2.

C.1.1 *Crushing test*

A sample is placed on a rigid flat steel support. A crushing force of 1 500 N is then applied to the sample for 30 s, without shock, by means of a 6 mm diameter steel rod with hemispherical ends and a total length of 25 mm. For the test, the rod is laid flat on the sample and in the case of a cable or tape it is placed across the sample at right-angles.

Compliance is then verified by the insulation integrity test in 6.8.2 a) and b).

C.1.2 *Low temperature bend test*

The test apparatus used for the bend test is shown in figure C.1. The test apparatus, with a sample in position, is maintained for a period of 4 h at a temperature of -10 °C or at the lowest temperature declared by the manufacturer with a tolerance of $\pm 3\text{ °C}$. Immediately afterwards, the sample is bent through 90° around one of the mandrels, then bent through 180° in the opposite direction over the second mandrel and then straightened to its original position. This bending cycle is carried out twice with one cycle in about 5 s.

Compliance is then verified by the insulation integrity test in 6.8.2 a) and b).

NOTE - The manufacturer should state all constraints and precautions to be taken and at least the minimum permissible values of the bending radius and the temperature at which the resistance heating device may be formed.

C.2 Resistance heating devices or units intended for immersion

A sample or part of the sample intended for immersion, is immersed under 50 mm + 5 mm, 0 mm of tap water, for 14 days. Compliance is then verified by the insulation integrity test in 6.8.2 a) and b).

NOTE - This test is not intended to verify the suitability of resistance heating devices or units for operation immersed in liquids other than water or at pressures of more than 500 Pa.

C.3 Éléments ou unités de chauffage par résistance comportant un matériau isolant minéral hygroscopique

Les parties qui assurent une étanchéité aux vapeurs sont soumises pendant 4 semaines, à la température de (80 ± 2) °C et au moins 90 % d'humidité relative. La conformité de l'échantillon, après essuyage, est alors vérifiée par l'épreuve de vérification de l'isolation électrique de 6.8.2 a) et b), mais sans immersion dans l'eau.

Les documents descriptifs prévus en 22.2 de la CEI 79-0 doivent préciser le procédé et les matériaux utilisés pour réaliser le scellement de l'élément ou de l'unité de chauffage par résistance.

C.4 Vérification de la température limite

L'épreuve doit être réalisée selon une des méthodes de C.4.1, C.4.2 ou C.4.3.

C.4.1 Unité de chauffage protégée par un système de protection suivant 5.8.11. L'épreuve doit être réalisée à la puissance de l'appareil correspondant à une surtension de 10 % et à toute tolérance inférieure déclarée de la résistance ohmique.

NOTE - Des unités de chauffage protégées par un système de protection suivant 5.8.11, mais éprouvées sans le système de protection, ne peuvent être certifiées en tant que matériel que si les conditions de fonctionnement sont simulées au cours de l'essai. Sinon l'unité de chauffage sera considérée seulement comme un composant Ex et nécessitera la certification complémentaire de tout matériel électrique avec lequel elle sera utilisée.

C.4.1.1 Système de protection par détection de la température. La température maximale autorisée par le système de protection doit être déterminée avec tout dispositif additionnel de régulation rendu inopérable. L'inertie thermique doit être prise en considération.

C.4.1.2 Système de protection par détection de la température et au moins un autre paramètre. La température maximale doit être déterminée comme en C.4.1.1 en tenant compte des conditions les plus défavorables permises par le ou les détecteurs contrôlant le ou les autres paramètres.

C.4.1.3 Système de protection par détection d'un ou plusieurs paramètres autres que la température. La température maximale doit être déterminée en tenant compte des conditions les plus défavorables permises par les détecteurs contrôlant le ou les autres paramètres.

C.4.2 Unité de chauffage par résistance de conception auto-stabilisante. Le prototype doit être éprouvé dans les conditions les plus défavorables d'installation, spécifiées par le constructeur et admises comme telles par la station d'essais. Ces conditions d'essai doivent comprendre, si applicable, un débit de fluide nul ou un tuyau ou récipient vide. L'épreuve est réalisée à la puissance déterminée comme en C.4.1.

Des simulations des conditions d'emploi peuvent faire l'objet d'un accord entre la station d'essais et le constructeur.

C.4.3 Epreuve d'un élément à caractéristique auto-limitante. Dans le cas d'un câble ou ruban, un échantillon de 3 m à 4 m est enroulé sur lui-même, dans une enceinte fermée appropriée, en matériau thermiquement isolant, compatible avec les températures engendrées. L'enceinte doit être pratiquement adiabatique. Des thermocouples sont fixés à