

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC
79-11**

Troisième édition
Third edition
1991-11

**Matériel électrique pour atmosphères
explosives gazeuses**

**Onzième partie:
Sécurité intrinsèque «i»**

**Electrical apparatus for explosive
gas atmospheres**

**Part 11:
Intrinsic safety "i"**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 79-11: 1991

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
79-11**

Troisième édition
Third edition
1991-11

**Matériel électrique pour atmosphères
explosives gazeuses**

**Onzième partie:
Sécurité intrinsèque «i»**

**Electrical apparatus for explosive
gas atmospheres**

**Part 11:
Intrinsic safety "i"**

© CEI 1991 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

CODE PRIX
PRICE CODE **XA**

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

SOMMAIRE

	Pages
AVANT-PROPOS	4
INTRODUCTION	6
 Articles	
1 Domaine d'application	8
2 Références normatives	10
3 Définitions et symboles	12
4 Groupement et classification du matériel électrique et des systèmes	18
5 Catégories	20
6 Règles de construction	22
7 Règles pour les composants	48
8 Composants et ensembles de composants infailibles	52
9 Epreuves de type	62
10 Marquage et informations	72
 Annexes	
A Mesure des lignes de fuite, distances dans l'air et distances au travers d'un compound moulé ou d'un isolant solide	76
B Encapsulage	82
C Guide pour l'étude et l'évaluation des circuits de sécurité intrinsèque	84
Figures	94

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
INTRODUCTION	7
Clause	
1 Scope	9
2 Normative references	11
3 Definitions and symbols	13
4 Grouping and classification of electrical apparatus and systems	19
5 Categories	21
6 Constructional requirements	23
7 Requirements for components	49
8 Infallible components and assemblies of components	53
9 Type tests	63
10 Marking and information	73
Annexes	
A Measurement of creepage distances, clearances and distances through casting compound and through solid insulation	77
B Encapsulation	83
C Guidance on design and assessment of intrinsically-safe circuits	85
Figures	94

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

MATÉRIEL ÉLECTRIQUE POUR ATMOSPHÈRES EXPLOSIVES GAZEUSES

Onzième partie: Sécurité intrinsèque «i»

AVANT-PROPOS

- 1) Les décisions ou accords officiels de la CEI en ce qui concerne les questions techniques, préparés par des Comités d'Etudes 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.
- 2) Ces décisions constituent des recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux.
- 3) Dans le but d'encourager l'unification internationale, la CEI exprime le vœu que tous les Comités nationaux adoptent dans leurs règles nationales le texte de la recommandation de la CEI, dans la mesure où les conditions nationales le permettent. Toute divergence entre la recommandation de la CEI et la Règle nationale correspondante doit, dans la mesure du possible, être indiquée en termes clairs dans cette dernière.

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

Cette troisième édition de la CEI 79-11 remplace la deuxième édition, parue en 1984.

Le texte de cette partie est issu des documents suivants:

Règle des Six Mois	Rapport de vote	Procédure des Deux Mois	Rapport de vote
31G(BC)20	31G(BC)22 31G(BC)22A	31G(BC)25	31G(BC)26

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

Les annexes A, B et C font partie intégrante de la présente partie de la CEI 79.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**ELECTRICAL APPARATUS FOR EXPLOSIVE
GAS ATMOSPHERES****Part 11: Intrinsic safety "i"**

FOREWORD

- 1) 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.
- 2) They have the form of recommendations for international use and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 3) In order to promote international unification, the IEC expresses the wish that all National Committees should adopt the text of the IEC recommendation for their national rules in so far as national conditions will permit. Any divergence between the IEC recommendation and the corresponding national rules should, as far as possible, be clearly indicated in the latter.

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

This third edition of IEC 79-11 replaces the second edition issued in 1984.

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

Six Months' Rule	Report on Voting	Two Months' Procedure	Report on Voting
31G(CO)20	31G(CO)22 31G(CO)22A	31G(CO)25	31G(CO)26

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

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

INTRODUCTION

La présente partie de la CEI 79 s'applique à l'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).

La présente Norme internationale doit être lue conjointement avec les règles générales de la CEI 79-0 et plus particulièrement avec les articles applicables énumérés dans l'article 1.

Les règles de la présente partie de la CEI 79 s'appliquent aux circuits destinés aux emplacements rendus dangereux par la présence d'une vapeur ou d'un gaz explosif à la pression atmosphérique. La CEI 79-11 ne concerne pas les circuits placés dans les atmosphères de poussières combustibles à l'étude au sein du SC 31H, ni les risques autres que ceux d'explosion, en présence de vapeur ou de gaz explosifs, de même qu'elle ne concerne aucun autre type de risque qui pourrait apparaître suite à un contact avec des parties actives, à des radiations, etc.

NOTE - Les publications fondamentales de sécurité CEI 664 et 664A «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» n'ont pas été suivies lors de cette révision car il a été admis qu'une étude détaillée devrait être faite pour justifier des écarts par rapport aux valeurs de lignes de fuite et distances dans l'air de la deuxième édition de la CEI 79-11. Cette étude détaillée est en cours et il en résultera une proposition de modification des articles correspondants.

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 International Standard is to be read in conjunction with the general requirements of IEC 79-0 and specifically with the applicable clauses listed in clause 1.

The requirements of this part of IEC 79 apply to circuits for locations made hazardous by the presence of explosive gas or vapour at atmospheric pressure. IEC 79-11 is not concerned with circuits in combustible dust atmospheres (under study in 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 kinds of risk, such as might result from contact with live parts, radiation, etc.

NOTE - Basic Safety Publications IEC 664 and 664A "Insulation co-ordination within low-voltage systems including clearances and creepage distances for equipment" were not followed for this revision as it was agreed that a detailed study was required to justify departures from the values of creepage distance and clearance in the second edition of IEC 79-11. This detailed study is proceeding and will result in a proposal for amendment of the clauses concerned.

Withd
IECNORM.COM: Click to view the full PDF file 60079-11-01

MATÉRIEL ÉLECTRIQUE POUR ATMOSPHÈRES EXPLOSIVES GAZEUSES

Onzième partie: Sécurité intrinsèque «i»

1 Domaine d'application

1.1 La présente partie de la CEI 79 prescrit les règles spécifiques de conception, de construction, d'essai et de marquage du matériel électrique et des systèmes électriques avec mode de protection "i". Elle contient également les règles concernant les matériels électriques associés qui ne sont pas protégés pour être utilisés dans une atmosphère explosive gazeuse, mais qui renferment à la fois des circuits de sécurité intrinsèque et des circuits non de sécurité intrinsèque qui peuvent affecter la sécurité des circuits de sécurité intrinsèque.

NOTE - Le "matériel électrique" ou le "système électrique" seront définis par le constructeur ou le pétitionnaire de la demande de conformité à cette norme.

1.2 Les présentes règles spécifiques complètent les règles générales ci-après de la CEI 79-0.

Référence
de l'article
de la CEI 79-0

Remarques

1

2

Sauf le 2.1 et le 2.12 qui sont remplacés respectivement par le 3.1 et le 3.15 de la présente partie.

3

4

S'applique seulement aux matériels de sécurité intrinsèque.

5

Sauf 5.2 et 5.3.

6

Sauf 6.1 et 6.2.

7

13

14

Sauf 14.3.

22

Sauf que 22.4.3.2 s'applique seulement aux matériels électriques mobiles et que 22.4.6.1 et 22.4.7 s'appliquent seulement aux matériels de sécurité intrinsèque.

23

24

25

ELECTRICAL APPARATUS FOR EXPLOSIVE GAS ATMOSPHERES

Part 11: Intrinsic safety "i"

1 Scope

1.1 This part of IEC 79 prescribes the specific requirements for the design, construction, testing, and marking of electrical apparatus and electrical systems with type of protection "i". It also contains requirements for associated apparatus that is not protected for use within an explosive gas atmosphere but contains both intrinsically-safe circuits and non-intrinsically-safe circuits that can affect the safety of intrinsically-safe circuits.

NOTE - The "electrical apparatus" or "electrical system" will be defined by the manufacturer or other party making the claim of compliance with this standard.

1.2 These specific requirements are additional to the following general requirements in IEC 79-0.

IEC 79-0 clause reference	Remarks
1	
2	except for 2.1 and 2.12 which are replaced by 3.1 and 3.15 of this part respectively.
3	
4	Applies to intrinsically-safe apparatus only.
5	Except for 5.2 and 5.3.
6	Except for 6.1 and 6.2.
7	
13	
14	Except for 14.3.
22	Except that 22.4.3.2 applies to portable electrical apparatus only and that 22.4.6.1 and 22.4.7 apply to intrinsically-safe apparatus only.
23	
24	
25	

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 27, *Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique.*

CEI 50(426): 1990, *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) - Chapitre 426: Matériel électrique pour atmosphères explosives* (en cours d'impression).

CEI 50(826): 1982, *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) - Chapitre 826: Installations électriques des bâtiments.*

CEI 79, *Matériel électrique pour atmosphères explosives gazeuses.*

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

CEI 79-3: 1990, *Matériel électrique pour atmosphères explosives gazeuses - Troisième partie: Eclateur pour les circuits de sécurité intrinsèque.*

CEI 326, *Cartes imprimées.*

CEI 326-3: 1980, *Cartes imprimées - Troisième partie: Etudes et application des cartes imprimées.*

CEI 326-3A: 1982, *Cartes imprimées - Troisième partie: Etudes et application des cartes imprimées. Premier complément.*

CEI 348: 1978, *Règles de sécurité pour les appareils de mesure électroniques.*

CEI 375: 1972, *Conventions concernant les circuits électriques et magnétiques.*

CEI 455, *Spécification relative aux composés résineux polymérisables sans solvant utilisés comme isolants électriques.*

CEI 455-1: 1974, *Spécification relative aux composés résineux polymérisables sans solvant utilisés comme isolants électriques - Première partie: Définitions et conditions générales.*

CEI 529: 1989, *Degrés de protection procurés par les enveloppes (Code IP).*

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.*

CEI 664A: 1981, *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. Premier complément.*

CEI 742: 1983, *Transformateurs de séparation des circuits et transformateurs de sécurité - Règles.*

ISO 472: 1988, *Plastiques - Vocabulaire - Edition bilingue.*

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 listed below. Members of IEC and ISO maintain registers of currently valid International Standards.

IEC 27, *Letter symbols to be used in electrical technology.*

IEC 50(426), 1990, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) - Chapter 426: Electrical apparatus for explosive atmospheres.* (Being printed.)

IEC 50(826): 1982, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) - Chapter 826: Electrical installations of buildings.*

IEC 79, *Electrical apparatus for explosive gas atmospheres.*

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

IEC 79-3: 1990, *Electrical apparatus for explosive gas atmospheres - Part 3: Spark-test apparatus for intrinsically-safe circuits.*

IEC 326, *Printed boards.*

IEC 326-3: 1980, *Printed boards - Part 3: Design and use of printed boards.*

IEC 326-3A: 1982, *Printed boards - Part 3: Design and use of printed boards. First supplement.*

IEC 348: 1978, *Safety requirements for electronic measuring apparatus.*

IEC 375: 1972, *Conventions concerning electric and magnetic circuits.*

IEC 455, *Specification for solventless polymerisable resinous compounds used for electrical insulation.*

IEC 455-1: 1974, *Specification for solventless polymerisable resinous compounds used for electrical insulation - Part 1: Definitions and general requirements.*

IEC 529: 1989, *Degrees of protection provided by enclosures (IP Code).*

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

IEC 664A: 1981, *Insulation co-ordination within low-voltage systems including clearances and creepage distances for equipment. First supplement.*

IEC 742: 1983, *Isolating transformers and safety isolating transformers - Requirements.*

ISO 472: 1988, *Plastics - Vocabulary - Bilingual edition.*

3 Définitions et symboles

Pour les besoins de la présente partie de la CEI 79, les définitions de l'article 2 de la CEI 79-0 s'appliquent (sauf celles de 2.1 et 2.12), ainsi que les suivantes. Pour la définition de tout autre terme, en particulier les termes plus généraux, il convient de se reporter à la CEI 50(426) (en cours d'impression) ou à tout autre chapitre approprié du Vocabulaire Electrotechnique International (VEI).

Les symboles doivent être conformes à la CEI 27, à la CEI 375 et au Recueil CEI «Symboles littéraux». On attire l'attention sur le fait que dans toute cette partie de la CEI 79, on considère des différences de potentiel, dont le symbole est U et non V (potentiel électrique).

3.1 matériel électrique: Ensemble de composants, circuits électriques ou parties de circuits électriques contenus normalement dans une enveloppe unique.

3.2 circuit de sécurité intrinsèque: Circuit dans lequel aucune étincelle ni aucun effet thermique produit dans les conditions d'épreuve prescrites dans la présente partie de la CEI 79 (qui couvrent le fonctionnement normal et les conditions de défaut spécifiées) n'est capable de provoquer l'inflammation d'une atmosphère explosive gazeuse donnée.

3.3 matériel de sécurité intrinsèque: Matériel électrique dans lequel tous les circuits sont de sécurité intrinsèque.

3.4 matériel associé: Matériel électrique dans lequel se trouvent à la fois des circuits de sécurité intrinsèque et des circuits non de sécurité intrinsèque qui peuvent affecter la sécurité des circuits de sécurité intrinsèque.

NOTE - Le matériel associé peut être:

- a) soit un matériel électrique qui a un autre mode de protection pour utilisation dans l'atmosphère explosive gazeuse concernée;
- b) soit un matériel électrique non ainsi protégé, qui par conséquent ne devra pas être utilisé en atmosphère explosive gazeuse; par exemple un enregistreur qui n'est pas lui-même placé en atmosphère explosive gazeuse, mais est relié à un thermocouple placé en atmosphère explosive, lorsque seul le circuit d'entrée de l'enregistreur est un circuit de sécurité intrinsèque.

3.5 système de sécurité intrinsèque: Association de matériels interconnectés, qui peut comprendre des matériels à sécurité intrinsèque, des matériels associés et d'autres matériels, et de câbles d'interconnexion dans laquelle les circuits des parties du système qui peuvent être exposées à une atmosphère explosive gazeuse sont des circuits de sécurité intrinsèque.

3.6 matériels et systèmes de catégorie «ia»: Matériels et systèmes électriques contenant des circuits de sécurité intrinsèque qui sont incapables de produire l'inflammation, avec le coefficient de sécurité adéquat:

- lorsque jusqu'à deux défauts pris en compte sont appliqués, et en plus,
- les défauts non pris en compte conduisant aux conditions les plus sévères.

3.7 matériels et systèmes de catégorie «ib»: Matériels et systèmes électriques contenant des circuits de sécurité intrinsèque qui sont incapables de produire l'inflammation, avec le coefficient de sécurité adéquat:

- lorsqu'un défaut pris en compte est appliqué, et en plus,
- les défauts non pris en compte conduisant aux conditions les plus sévères.

3 Definitions and symbols

For the purposes of this part of IEC 79, the definitions in clause 2 of IEC 79-0 apply (except for those in 2.1 and 2.12) and also the following. For the definition of any other terms, particularly those of a more general nature, reference should be made to IEC 50(426) (in course of printing) or other appropriate chapter of the International Electrotechnical Vocabulary.

Symbols shall be in accordance with IEC 27 and IEC 375 and IEC Handbook 1 "Letter symbols". Attention is drawn to the fact that potential difference is used throughout this part of IEC 79 and the symbol is therefore U and not V (electric potential).

3.1 electrical apparatus: Assembly of components, electrical circuits or parts of electrical circuits normally contained in a single enclosure.

3.2 intrinsically-safe circuit: Circuit in which no spark or any thermal effect produced in the test conditions prescribed in this part of IEC 79 (which include normal operation and specified fault conditions) is capable of causing ignition of a given explosive gas atmosphere.

3.3 intrinsically-safe apparatus: Electrical apparatus in which all the circuits are intrinsically-safe circuits.

3.4 associated apparatus: Electrical apparatus in which there are both intrinsically-safe circuits and non-intrinsically-safe circuits that can affect the safety of intrinsically-safe circuits.

NOTE - Associated apparatus may be either:

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

3.5 intrinsically-safe system: Assembly of interconnected items of apparatus, which may comprise intrinsically-safe apparatus, associated apparatus and other apparatus, and interconnecting cables in which the circuits within those parts of the system that may be exposed to explosive gas atmospheres are intrinsically-safe circuits.

3.6 apparatus and systems of category "ia": Electrical apparatus and systems containing intrinsically-safe circuits which are incapable of causing ignition, with the appropriate safety factor:

- when up to two countable faults are applied and, in addition,
- those non-countable faults which give the most onerous condition.

3.7 apparatus and systems of category "ib": Electrical apparatus and systems containing intrinsically-safe circuits which are incapable of causing ignition with the appropriate safety factors:

- when up to one countable fault is applied and, in addition,
- those non-countable faults which produce the most onerous conditions.

3.8 fonctionnement normal: Un matériel de sécurité intrinsèque ou un matériel associé est en fonctionnement normal lorsqu'il est électriquement et mécaniquement conforme à la spécification de conception fournie par son constructeur.

NOTE - Le fonctionnement normal inclut l'application de U_m (voir 3.18) depuis un matériel non spécifié.

3.9 défaut: Défaillance par court-circuit ou ouverture de circuit de toute partie (composant, connexion, séparation ou isolation) non définie en 3.10, 3.11, 3.12 et dont dépend le mode de protection du circuit.

NOTES

1 Si un défaut conduit à des défauts secondaires dans d'autres parties dont dépend le mode de protection du circuit, la défaillance initiale et les défaillances secondaires sont considérées comme un défaut unique.

2 Pour l'application de tels défauts, voir 5.1 et 5.2.

3.9.1 défaut pris en compte: Défaut qui se produit dans les parties de matériels ou de systèmes électriques répondant aux règles de construction de la présente partie de la CEI 79.

3.9.2 défaut non pris en compte: Défaut qui se produit dans les parties de matériels ou de systèmes électriques ne répondant pas aux règles de construction de la présente partie de la CEI 79.

3.10 composant infaillible ou ensemble de composants infaillibles: Composant ou ensemble de composants qui, en service ou au stockage, n'est pas susceptible de se mettre en défaut de manière à diminuer le mode de protection du circuit.

NOTE - Un tel composant ou ensemble de composants est considéré comme non sujet à défaut lorsque les évaluations et les épreuves du mode de protection sont exécutées.

3.11 séparation et isolation infaillibles: Séparation ou isolation entre parties conductrices qui n'est pas considérée comme pouvant se mettre en court-circuit en service ou en stockage.

3.12 connexions infaillibles: Connexions incluant des raccordements et des câblages d'interconnexion qui ne sont pas considérés comme pouvant se mettre en circuit ouvert en service ou en stockage.

3.13 câblage interne: Câblage et interconnexions électriques qui ont été réalisés à l'intérieur du matériel par le constructeur.

NOTE - A l'intérieur d'un rack ou d'un tableau, les interconnexions entre des parties distinctes du matériel faites selon les instructions détaillées du constructeur sont considérées comme étant un câblage interne.

3.14 organe de raccordement: Bornes, prises de courant et autres dispositifs servant à la connexion électrique de circuits externes.

3.15 enveloppe: Ensemble des parois qui entourent des parties actives du matériel électrique, y compris les portes, couvercles, entrées de câble, tiges, axes et arbres, garantissant le degré de protection procuré par l'enveloppe du matériel électrique.

NOTES

1 Cette définition diffère de celle de la CEI 79-0 car elle admet qu'un matériel électrique de sécurité intrinsèque peut ne pas être dans une enveloppe unique, et qu'il ne dépend pas de son enveloppe pour sa protection de base.

2 L'«enveloppe» peut ne pas être physiquement la même pour la protection contre les contacts avec les parties actives et pour la protection contre l'entrée de corps solides étrangers ou de liquides.

3 La désignation des surfaces qui constituent les limites de «l'enveloppe» définie ici est de la responsabilité du constructeur.

3.8 normal operation: Intrinsically-safe apparatus or associated apparatus is in normal operation when it conforms electrically and mechanically with the design specification produced by its manufacturer.

NOTE - Normal operation includes the application of U_m (see 3.18) from unspecified apparatus.

3.9 fault: Short or open circuit defect of any part (that is a component, connection, separation or insulation), not defined by 3.10, 3.11 or 3.12 upon which the type of protection of the circuit depends.

NOTES

1 If a fault leads to consequential faults in other parts upon which the type of protection of the circuit depends, the primary and subsequent failures are considered to be a single fault.

2 For the application of such faults see 5.1 and 5.2.

3.9.1 countable fault: Fault which occurs in parts of electrical apparatus and systems complying with the constructional requirements of this part of IEC 79.

3.9.2 non-countable fault: Fault which occurs in parts of electrical apparatus and systems not complying with the constructional requirements of this part of IEC 79.

3.10 infallible component or assembly: Component or assembly that is not likely to become defective, in service or in storage, in such a manner as to invalidate the type of protection of the circuit.

NOTE - Such a component or assembly is considered as not subject to fault when assessments or tests for the type of protection are made.

3.11 infallible separation and insulation: Separation or insulation between electrically conductive parts that is not considered as becoming short circuited in service or storage.

3.12 infallible connections: Connections including joints and interconnecting wiring that are not considered as becoming open circuited in service or storage.

3.13 internal wiring: Wiring and electrical connections that are made within the apparatus by its manufacturer.

NOTE - Within a rack or panel, interconnections between separate pieces of apparatus made in accordance with detailed instructions from the manufacturer are considered to be internal wiring.

3.14 connection facilities: Terminals, plugs and sockets, and other parts used for the electrical connections of external circuits.

3.15 enclosure: All the walls which surround the live parts of electrical apparatus, including doors, covers, cable entries, rods, spindles and shafts, ensuring the degree of protection provided by enclosure of the electrical apparatus.

NOTES

1 This definition differs from that of IEC 79-0 because it recognizes that an intrinsically-safe apparatus may not be in a single enclosure and that it is not dependent on its enclosure for primary protection.

2 The "enclosure" may not be physically the same for protection against contact with live parts, ingress of solid foreign bodies and liquids.

3 The designation of the surfaces which form the boundaries of the "enclosure" here defined is the responsibility of the manufacturer.

3.16 courant minimal d'inflammation (CMI): Minimum du courant dans un circuit résistif ou inductif qui provoque l'inflammation du mélange explosif d'essai dans l'éclateur conforme à la CEI 79-3.

3.17 tension minimale d'inflammation: Minimum de la tension d'un circuit capacitif qui provoque l'inflammation du mélange explosif d'essai dans l'éclateur conforme à la CEI 79-3.

3.18 U_m : Maximum de la tension (valeur efficace, en courant alternatif ou en courant continu) qui peut être appliquée aux organes de raccordement non de sécurité intrinsèque d'un matériel associé sans affecter le mode de protection.

NOTE - La valeur de U_m peut être différente pour différents organes de raccordement.

3.19 tension maximale d'entrée (U_i): Maximum de la tension (valeur de crête, en courant alternatif ou en courant continu) qui peut être appliquée aux organes de raccordement du matériel de sécurité intrinsèque sans affecter le mode de protection.

3.20 tension maximale de sortie (U_o): Maximum de tension (valeur de crête, en courant alternatif ou en courant continu) dans un circuit de sécurité intrinsèque, qui peut apparaître en circuit ouvert sur les organes de raccordement d'un matériel pour toute tension appliquée, jusqu'à la tension maximale, y compris U_m et U_i .

NOTE - Lorsqu'il y a plusieurs tensions appliquées, la tension de sortie maximale est celle apparaissant pour la combinaison la plus défavorable des tensions appliquées.

3.21 courant maximal d'entrée (I_i): Maximum du courant (valeur de crête, en courant alternatif ou en courant continu) qui peut être appliqué aux organes de raccordement du matériel de sécurité intrinsèque.

3.22 courant maximal de sortie (I_o): Maximum du courant (valeur de crête, en courant alternatif ou en courant continu) dans un circuit de sécurité intrinsèque qui peut être extrait des organes de raccordement du matériel.

3.23 puissance maximale d'entrée (P_i): Maximum de la puissance d'un circuit de sécurité intrinsèque extérieur qui peut être appliquée aux organes de raccordement du matériel.

3.24 puissance maximale de sortie (P_o): Maximum de puissance électrique dans un circuit de sécurité intrinsèque qui peut être prélevée sur le matériel.

3.25 capacité maximale externe (C_o): Maximum de la valeur de capacité dans un circuit de sécurité intrinsèque qui peut être reliée aux organes de raccordement du matériel.

3.26 capacité maximale interne (C_i): Capacité équivalente interne totale du matériel qui est considérée comme présente aux organes de raccordement du matériel.

3.27 inductance maximale externe (L_o): Maximum de la valeur de l'inductance dans un circuit de sécurité intrinsèque qui peut être reliée aux organes de raccordement du matériel.

3.28 inductance maximale interne (L_i): Inductance équivalente interne totale du matériel qui est considérée comme présente aux organes de raccordement du matériel.

3.16 minimum igniting current (MIC): Minimum current in resistive or inductive circuits that causes the ignition of the explosive test mixture in the spark-test apparatus according to IEC 79-3.

3.17 minimum igniting voltage: Minimum voltage of capacitive circuits that causes the ignition of the explosive test mixture in the spark-test apparatus according to IEC 79-3.

3.18 U_m : Maximum voltage (r.m.s. a.c. or d.c.) that can be applied to the non-intrinsically-safe connection facilities of associated apparatus without invalidating the type of protection.

NOTE - The value of U_m may be different at different sets of connection facilities.

3.19 maximum input voltage (U_i): Maximum voltage (peak a.c. or d.c.) that can be applied to the connection facilities of the intrinsically-safe apparatus without invalidating the type of protection.

3.20 maximum output voltage (U_o): Maximum output voltage (peak a.c. or d.c.) in an intrinsically-safe circuit that can appear under open circuit conditions at the connection facilities of the apparatus at any applied voltage up to the maximum voltage, including U_m and U_i .

NOTE - Where there is more than one applied voltage, the maximum output voltage is that occurring under the most onerous combination of applied voltages.

3.21 maximum input current (I_i): Maximum current (peak a.c. or d.c.) that can be applied to the connection facilities of the intrinsically-safe apparatus.

3.22 maximum output current (I_o): Maximum current (peak a.c. or d.c.) in an intrinsically-safe circuit that can be taken from the connection facilities of the apparatus.

3.23 maximum input power (P_i): Maximum power in an external intrinsically-safe circuit that can be applied to the connection facilities of the apparatus.

3.24 maximum output power (P_o): Maximum electrical power in an intrinsically-safe circuit that can be taken from the apparatus.

3.25 maximum external capacitance (C_o): Maximum capacitance in an intrinsically-safe circuit that can be connected to the connection facilities of the apparatus.

3.26 maximum internal capacitance (C_i): Total equivalent internal capacitance of the apparatus which is considered as appearing across the connection facilities of the apparatus.

3.27 maximum external inductance (L_o): Maximum value of inductance in an intrinsically-safe circuit that can be connected to the connection facilities of the apparatus.

3.28 maximum internal inductance (L_i): Total equivalent internal inductance of the apparatus which is considered as appearing at the connection facilities of the apparatus.

3.29 distance dans l'air: La plus courte distance dans l'air entre deux parties conductrices.

NOTE - Cette distance s'applique seulement aux parties qui sont exposées à l'atmosphère et non aux parties qui sont recouvertes d'une isolation solide ou d'un compound moulé.

3.30 distance au travers d'un compound moulé: La plus courte distance au travers d'un compound moulé (par exemple résine époxyde) entre deux parties conductrices.

3.31 distance au travers d'une isolation solide: La plus courte distance au travers d'une isolation solide (par exemple une matière isolante extrudée ou injectée et non cou-lée) entre deux parties conductrices.

NOTES

1 Dans cette partie de la CEI 79, une isolation solide est considérée comme étant fabriquée par avance, par exemple en feuille ou en gaine.

2 Un vernis ou des revêtements similaires ne sont pas considérés comme des isolations solides.

3.32 Ligne de fuite dans l'air: La plus courte distance le long de la surface d'un maté-riau isolant en contact avec l'air entre deux parties conductrices.

NOTE - La distance dont il est ici question est, par exemple, applicable aux circuits imprimés qui n'ont pas de revêtement selon 6.4.1 et où l'isolant sur lequel la ligne de fuite est mesurée est en contact direct avec l'air.

3.33 ligne de fuite sous revêtement: La plus courte distance entre parties conductrices sur des circuits imprimés ou d'autres composants revêtus conformément à 6.4.1.

3.34 matériel électrique mobile: Matériel qui est déplacé pendant son fonctionnement ou qui peut être facilement déplacé tout en restant relié à son alimentation.

NOTES

1 Lorsqu'il n'y a pas de confusion possible, il peut être simplement dénommé «matériel mobile».

2 Dans cette partie de la CEI 79, la définition générale (techniquement équivalente à la référence VEI 826-07-04) est limitée à un matériel possédant au moins une poignée et dont la masse ne dépasse pas 20 kg ou à un matériel sans poignée dont la masse ne dépasse pas 5 kg.

4 Groupement et classification du matériel électrique et des systèmes

Les matériels de sécurité intrinsèque, les matériels associés et les systèmes de sécurité intrinsèque sont répartis en groupes conformément à l'article 3 de la CEI 79-0. Les sub-divisions A, B et C du Groupe II sont applicables aux matériels de sécurité intrinsèque, aux matériels associés et aux systèmes de sécurité intrinsèque.

Les parties des systèmes de sécurité intrinsèque qui sont placées en zones dangereuses sont classées en température selon l'article 4 de la CEI 79-0.

NOTE - La classification en température des câbles de liaison n'est pas traitée dans la présente partie de la CEI 79.

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

NOTE - This distance applies only to parts that are exposed to the atmosphere and not to parts which are covered with solid insulation or casting compound.

3.30 distance through casting compound: Shortest distance through a casting compound (for example, epoxy resin) between two conductive parts.**3.31 distance through solid insulation:** Shortest distance through solid insulation (for example, insulation which is extruded or moulded not poured) between two conductive parts.**NOTES**

- 1 For the purposes of this part of IEC 79, solid insulation is considered to be prefabricated, for example sheet or sleeving.
- 2 Varnish and similar coatings are not considered to be solid insulation.

3.32 creepage distance in air: Shortest distance along the surface of an insulating medium in contact with air between two conductive parts.

NOTE - The distance concerned here is, for example, applicable to printed circuits that have no coating in accordance with 6.4.1 where the insulation across which the creepage distance is measured is in direct contact with air.

3.33 creepage distance under coating: Shortest distance between conductive parts on printed circuits or other components coated in accordance with 6.4.1.**3.34 portable electrical apparatus:** Apparatus that is moved whilst in operation or that can easily be moved from one place to another whilst connected to the supply.**NOTES**

- 1 Where no possibility of confusion exists, this may be referred to as simply "portable apparatus".
- 2 For the purpose of this part of IEC 79, this general definition (technically equivalent to IEC 826-07-04) is restricted to apparatus with at least one handle and a mass not exceeding 20 kg or to apparatus without a handle but having a mass not exceeding 5 kg.

4 Grouping and classification of electrical apparatus and systems

Intrinsically-safe apparatus, associated apparatus, and intrinsically-safe systems are grouped in accordance with clause 3 of IEC 79-0. For intrinsically-safe apparatus, associated apparatus, and intrinsically-safe systems sub-divisions A, B and C of Group II are applicable.

Those parts of intrinsically-safe systems in hazardous areas are temperature classified in accordance with clause 4 of IEC 79-0.

NOTE - The temperature classification of interconnecting cables is not dealt with in this part of IEC 79.

5 Catégories

Les matériels et les systèmes de sécurité intrinsèque ainsi que les parties de sécurité intrinsèque des matériels associés doivent être classés en catégorie «ia» ou «ib». Sauf indications contraires, les règles de la présente partie de la CEI 79 s'appliquent aux deux catégories.

NOTE - Le matériel peut être spécifié à la fois «ia» et «ib», mais les paramètres limites peuvent être différents dans chaque cas.

Les épreuves ou l'évaluation faites selon la présente partie de la CEI 79 sont destinées à s'assurer que les critères mentionnés en 5.1 et 5.2 sont satisfaits.

5.1 Catégorie «ia»

U_m et U_i étant appliquées, les circuits de sécurité intrinsèque des matériels électriques et des systèmes de catégorie «ia» ne doivent pas pouvoir causer d'inflammation dans chacune des circonstances suivantes:

- a) en appliquant les défauts non pris en compte qui conduisent aux conditions les plus défavorables;
- b) en appliquant un défaut pris en compte et en appliquant les défauts non pris en compte qui conduisent aux conditions les plus défavorables;
- c) en appliquant deux défauts pris en compte et les défauts non pris en compte qui conduisent aux conditions les plus défavorables.

NOTE - Les défauts non pris en compte peuvent être différents dans chacun des cas ci-dessus.

Lors des essais d'inflammation par étincelles, les coefficients de sécurité suivants doivent être appliqués à la tension, au courant ou à une combinaison de ces deux grandeurs, conformément à 9.1.5.

- pour a) et b) 1,5;
- pour c) 1,0.

Le coefficient de sécurité appliqué à la tension ou au courant lors de la détermination de la classification selon la température de surface doit être de 1,0 dans tous les cas.

Les matériels et les systèmes dans lesquels, soit aucun défaut pris en compte, soit un seul défaut pris en compte peut se produire, seront considérés comme étant de catégorie «ia» s'ils satisfont aux critères d'essai avec et sans tout défaut pris en compte qui peut se produire et, en plus, les défauts non pris en compte qui conduisent aux conditions les plus sévères dans chaque cas.

Pour les systèmes, les défauts pris en compte définis seront appliqués au système dans son ensemble et non pas simultanément à chaque matériel électrique faisant partie du système. Par exemple, sur un système de catégorie «ia» comportant deux appareils, on appliquera deux défauts pris en compte et non quatre.

5.2 Catégorie «ib»

U_m et U_i étant appliquées, les circuits de sécurité intrinsèque des matériels électriques et des systèmes de catégorie «ib» ne doivent pas pouvoir causer d'inflammation dans chacune des circonstances suivantes:

5 Categories

Intrinsically-safe apparatus and systems and intrinsically-safe parts of associated apparatus shall be placed in category "ia" or "ib". The requirements of this part of IEC 79 apply to both categories, unless otherwise specified.

NOTE - Apparatus may be specified as both "ia" and "ib" but the limiting parameters may differ in each case.

Testing or assessment in accordance with this part of IEC 79 is intended to ensure that the criteria in 5.1 and 5.2 are satisfied.

5.1 Category "ia"

With U_m and U_i applied, the intrinsically-safe circuits in electrical apparatus and systems of category "ia" shall not be capable of causing ignition in each of the following circumstances:

- a) with the application of those non-countable faults which give the most onerous condition;
- b) with the application of one countable fault plus those non-countable faults which give the most onerous condition;
- c) with the application of two countable faults plus those non-countable faults which give the most onerous condition.

NOTE - The non-countable faults applied may differ in each of the above circumstances.

In testing the circuits for spark ignition, the following safety factors shall be applied to voltage or current or a combination of these as specified in 9.1.5.

- for both a) and b): 1,5;
- for c): 1,0.

The safety factor applied to voltage or current for determination of surface temperature classification shall be 1,0 in all cases.

Apparatus and systems in which no countable fault or only one countable fault can occur shall be considered to be in category "ia" if they satisfy the test requirements with and without any countable fault that can occur and, in addition, those non-countable faults which give the most onerous conditions in each case.

In the case of systems the countable faults specified will be applied to the system as a whole and not simultaneously to each item of electrical apparatus in the system. For example, a category "ia" system comprising two pieces of apparatus will have up to two countable faults applied, not four.

5.2 Category "ib"

With U_m and U_i applied, the intrinsically-safe circuits in electrical apparatus and systems of category "ib" shall not be capable of causing ignition in each of the following circumstances:

- a) en appliquant les défauts non pris en compte qui conduisent aux conditions les plus défavorables;
- b) en appliquant un défaut pris en compte et en appliquant les défauts non pris en compte qui conduisent aux conditions les plus défavorables.

NOTE - Les défauts non pris en compte peuvent être différents dans chacun des cas ci-dessus.

Lors des essais d'inflammation par étincelles, un coefficient de sécurité de 1,5 doit être appliqué à la tension, au courant ou à une combinaison de ces grandeurs conformément à 9.1.5. Le coefficient de sécurité appliqué à la tension ou au courant lors de la détermination de la classification selon la température de surface sera de 1,0 dans tous les cas.

Les matériels et les systèmes dans lesquels aucun défaut pris en compte ne peut se produire seront considérés comme étant de catégorie «ib» s'ils satisfont aux critères d'essai avec les défauts non pris en compte qui conduisent aux conditions les plus sévères.

Pour les systèmes, le défaut pris en compte défini sera appliqué au système dans son ensemble et non pas simultanément à chaque matériel électrique faisant partie du système. Par exemple, sur un système de catégorie «ib» comportant deux appareils, on appliquera un seul défaut pris en compte et non deux.

6 Règles de construction

Les prescriptions spécifiques du présent article s'appliquent, sauf indication contraire, en plus des prescriptions générales de la CEI 79-0 citées en 1.2 de la présente partie.

Les prescriptions du présent article s'appliquent seulement si le mode de protection en dépend (par exemple, les prescriptions pour l'encapsulage avec un compound moulé ne s'appliquent que si l'encapsulage est nécessaire pour satisfaire à 6.5).

6.1 Température maximale de surface

Les prescriptions pour le Groupe I sont données en 6.1.1 et pour le Groupe II en 6.1.2. Des allègements, applicables aussi bien au Groupe I qu'au Groupe II, pour le câblage et les composants de petite taille ou scellés par fusion sont indiqués en 6.1.3.

NOTE - Comme la définition de la «température maximale de surface» du 2.7 de la CEI 79-0 l'indique, les prescriptions s'appliquent uniquement à «toute partie ou surface» qui serait capable de «provoquer l'inflammation de l'atmosphère environnante».

6.1.1 Matériels et systèmes du Groupe I

Exceptionnellement, pour le matériel du Groupe I, on tient compte de la présence de poussière de charbon. De ce fait, la température maximale de surface basée sur une température ambiante de référence de 40 °C ne doit pas dépasser 150 °C ou, si des dispositions sont prises pour éviter la formation de couches de poussière de charbon, par exemple par enrobage ou par ventilation, 450 °C. Une température ambiante de référence différente de 40 °C peut être considérée et, dans ce cas, doit être marquée sur le matériel.

- a) with the application of those non-countable faults which give the most onerous condition;
- b) with the application of one countable fault plus the application of those non-countable faults which give the most onerous condition.

NOTE - The non-countable faults applied may differ in each of the above circumstances.

In testing the circuits for spark ignition a safety factor of 1,5 will be applied to voltage or current or a combination of these as specified in 9.1.5. The safety factor applied to the voltage or current for the determination of surface temperature classification shall be 1,0 in all cases.

Apparatus and systems in which no countable faults can occur shall be considered to be in category "ib" if they satisfy the test requirements with those non-countable faults which give the most onerous condition.

In the case of systems the countable fault specified shall be applied to the system as a whole and not simultaneously to each item of electrical apparatus in the system. For example, a category "ib" system comprising two pieces of apparatus will have only one countable fault applied, not two.

6 Constructional requirements

The specific requirements of this clause apply in addition to the general requirements of IEC 79-0 listed in 1.2 of this part unless otherwise stated.

The requirements of this clause apply only when the type of protection is dependent on them (for example, the requirements for encapsulation with casting compound apply if encapsulation is required to satisfy 6.5).

6.1 Maximum surface temperature

The requirements for Group I are given in 6.1.1 and for Group II in 6.1.2. Relaxations, applicable to both Group I and Group II, for wiring and small and fusion-sealed components are given in 6.1.3.

NOTE - As the definition of "maximum surface temperature" in 2.7 of IEC 79-0 makes clear, the requirements apply only to "any part or surface" that would be able "to produce an ignition of the surrounding atmosphere".

6.1.1 Group I apparatus and systems

Exceptionally, for Group I apparatus, account is taken of the presence of coal dust. For this reason, the maximum surface temperature, based on an ambient temperature of 40 °C taken as a reference, shall not exceed 150 °C or, if measures are taken to avoid the formation of coal dust layers, for example by sealing or by ventilation, 450 °C. An ambient temperature other than 40 °C may be used as a reference and, in this case, it shall be marked on the apparatus.

6.1.2 Matériels et systèmes du Groupe II

La classification de la température maximale de surface, basée sur une température ambiante de référence de 40 °C, doit être conforme au tableau I du 4.2 de la CEI 79-0. Une température ambiante de référence différente de 40 °C peut être considérée et, dans ce cas, doit être marquée sur le matériel.

6.1.3 Cas spéciaux de classement en température

6.1.3.1 Câblage interne du matériel

Le courant maximal admissible (I_A) correspondant à la température maximale de conducteur atteinte du fait de l'échauffement propre (t °C) peut être calculé par la formule suivante:

$$I = \left[\frac{I_f^2 t (1 + aT)}{T (1 + at)} \right]^{1/2}$$

où:

a est le coefficient de variation de résistance du matériau conducteur en fonction de la température (0,004265 K⁻¹ pour le cuivre);

I est le courant maximal admissible, en valeur efficace, en courant alternatif ou en courant continu (A);

I_f est le courant de fusion du conducteur (A);

T est la température de fusion du conducteur (1 083 °C pour le cuivre) (°C);

t est la température maximale du conducteur atteinte par échauffement propre (°C).

En variante pour un câblage en cuivre, on peut utiliser le tableau 1.

Tableau 1 - Classification en température du câblage

Diamètre nominal mm	Section nominale mm ²	Courant maximal admissible pour la classification en température		
		T4 A	T5 A	T6 A
0,035	0,000962	0,53	0,48	0,43
0,05	0,00196	1,04	0,93	0,84
0,1	0,00785	2,1	1,9	1,7
0,2	0,0314	3,7	3,3	3,0
0,35	0,0962	6,4	5,6	5,0
0,5	0,196	7,7	6,9	6,7

NOTES

1 Les valeurs ci-dessus du courant maximal admissible sont des valeurs efficaces en courant alternatif ou en courant continu.

2 Pour les conducteurs multibrins, la section nominale considérée est la somme des sections des brins du conducteur.

3 Le tableau s'applique aussi aux conducteurs souples plats, tels que les câbles en nappe, mais non aux conducteurs de circuits imprimés: voir alors 6.1.3.2

6.1.2 Group II apparatus and systems

The classification of maximum surface temperature, based on an ambient temperature of 40 °C taken as a reference, shall be according to Table I of IEC 79-0. An ambient temperature other than 40 °C may be used as a reference and, in this case, it shall be marked on the apparatus.

6.1.3 Special cases of temperature classification

6.1.3.1 Wiring within apparatus

The maximum permissible current (I_A) corresponding to the maximum wire temperature due to the effects of self-heating (t °C) can be calculated from the following formula:

$$I = \left[\frac{I_f^2 t (1 + aT)}{T (1 + at)} \right]^{1/2}$$

where:

a is the resistance-temperature coefficient of the material of the wire (0,004265 K⁻¹ for copper);

I is the maximum permissible current r.m.s. a.c. or d.c. (A);

I_f is the current at which the wire melts (A);

T is the temperature at which the wire melts (1 083 °C for copper), (°C);

t is the maximum wire temperature due to self-heating, (°C).

Alternatively, for copper wiring table 1 may be used.

Table 1 - Temperature classification of wiring

Nominal diameter mm	Nominal cross-sectional area mm ²	Maximum permissible current for temperature classification		
		T4 A	T5 A	T6 A
0,035	0,000962	0,53	0,48	0,43
0,05	0,00196	1,04	0,93	0,84
0,1	0,00785	2,1	1,9	1,7
0,2	0,0314	3,7	3,3	3,0
0,35	0,0962	6,4	5,6	5,0
0,5	0,196	7,7	6,9	6,7

NOTES

- 1 The value given for maximum permissible current is the r.m.s. a.c. or d.c. value.
- 2 For stranded conductors the nominal cross-sectional area is taken as the total area of all strands of the conductor.
- 3 The table also applies to flexible flat conductors, such as in ribbon cable, but not to printed circuit conductors for which see 6.1.3.2.

6.1.3.2 Circuits imprimés

La classification en température du câblage en cuivre des cartes imprimées doit se faire à partir du tableau 2.

Tableau 2 - Classification en température du câblage des cartes imprimées

Largeur minimale mesurée des pistes mm	Courant maximal admissible pour la classification en température		
	T4 A	T5 A	T6 A
0,15	1,2	1,0	0,9
0,2	1,8	1,45	1,3
0,3	2,8	2,25	1,95
0,4	3,6	2,9	2,5
0,5	4,4	3,5	3,0
0,7	5,7	4,6	4,1
1,0	7,5	6,05	5,4
1,5	9,8	8,1	6,9
2,0	12,0	9,7	8,4
2,5	13,5	11,5	9,6
3,0	16,1	13,1	11,5
4,0	19,5	16,1	14,3
5,0	22,7	18,9	16,6
6,0	25,8	21,8	18,9

NOTES

- 1 Les valeurs données pour le courant maximal admissible sont des valeurs efficaces en courant alternatif ou en courant continu.
- 2 Ce tableau s'applique aux cartes imprimées de 1,6 mm d'épaisseur ou plus, simple face cuivre de 35 µm d'épaisseur.
- 3 Pour les cartes d'épaisseur comprise entre 0,5 mm et 1,6 mm, diviser le courant maximal donné dans le tableau par 1,2.
- 4 Pour les cartes à double face, diviser le courant maximal issu du tableau par 1,5.
- 5 Pour les cartes ayant deux couches de pistes du côté examiné, diviser le courant maximal issu du tableau par 2.
- 6 Pour une épaisseur de cuivre de 18 µm, diviser le courant maximal issu du tableau par 1,5.
- 7 Pour une épaisseur de cuivre de 70 µm, le courant maximal peut être multiplié par 1,3.
- 8 Pour des pistes passant sous des composants dissipant 0,25 W ou plus, soit en fonctionnement normal, soit dans les mêmes conditions de défaut, diviser le courant maximal issu du tableau par 1,5.
- 9 Aux sorties de composants dissipant 0,25 W ou plus, soit en fonctionnement normal, soit dans les mêmes conditions de défaut, et sur 1 mm le long de la piste, soit multiplier la largeur de piste par 3 soit diviser le courant maximal issu du tableau par 2. Si la piste passe sous le composant, appliquer le facteur ci-dessus en sus.
- 10 L'origine des données du tableau est le CEI 326-3.

6.1.3.2 Printed circuit wiring

The temperature classification of copper wiring of printed boards shall be determined from table 2.

Table 2 - Temperature classification of printed board wiring

Minimum measured track width mm	Maximum permissible current for temperature classification		
	T4 A	T5 A	T6 A
0,15	1,2	1,0	0,9
0,2	1,8	1,45	1,3
0,3	2,8	2,25	1,95
0,4	3,6	2,9	2,5
0,5	4,4	3,5	3,0
0,7	5,7	4,6	4,1
1,0	7,5	6,05	5,4
1,5	9,8	8,1	6,9
2,0	12,0	9,7	8,4
2,5	13,5	11,5	9,6
3,0	16,1	13,1	11,5
4,0	19,5	16,1	14,3
5,0	22,7	18,9	16,6
6,0	25,8	21,8	18,9

NOTES

- 1 The value given for maximum permissible current is the r.m.s. a.c. or d.c. value.
- 2 This table applies to printed boards 1,6 mm or thicker with a single layer of copper of 35 μ m thickness.
- 3 For boards with thicknesses 0,5 mm to 1,6 mm divide the maximum current specified in the table by 1,2.
- 4 For boards with conducting tracks on both sides, divide the maximum current from the table by 1,5.
- 5 For boards with a double layer of tracks on the side under consideration divide the maximum current from the table by 2.
- 6 For 18 μ m copper thickness divide the maximum current from the table by 1,5.
- 7 For 70 μ m copper thickness the maximum current may be multiplied by 1,3.
- 8 Where passing under components dissipating 0,25 W or more, either normally or under the same fault condition, divide the maximum current from the table by 1,5.
- 9 At terminations of components dissipating 0,25 W or more, either normally or under the same fault condition, and for 1 mm along the conductor either multiply the track width by 3 or divide the maximum current from the table by 2. If the track goes under the component apply the above factor in addition.
- 10 The source of the data in the table is IEC 326-3.

6.1.3.3 Petits composants

Des températures plus élevées que celles de la classe de température marquée sont permises pour les petits composants, par exemple les transistors, les fils ou résistances, s'il peut être démontré par des essais ou des résultats expérimentaux qu'il n'y a aucun risque d'inflammation directe ou indirecte, et qu'aucune détérioration ou déformation sous l'effet de températures aussi élevées n'affecte le mode de protection. La méthode d'essai est donnée en 9.5.

Lorsque les composants satisfont aux exigences du tableau 3, il n'est pas nécessaire d'effectuer l'essai décrit en 9.5.

Tableau 3 - Examen de classification en T4 en fonction de la taille du composant et de la température de l'environnement

Surface totale sauf les sorties	Exigences pour la classification T4
< 20 mm ²	Température de surface ≤ 275 °C
≥ 20 mm ² ≤ 10 cm ²	Ne pas dépasser 1,3 W* ou une température de surface ≤ 200 °C
* Réduit à 1,2 W pour une température d'environnement de 60 °C ou à 1,0 W pour une température d'environnement de 80 °C.	

De plus, les composants de surface inférieure à 10 cm² (les sorties non comprises) peuvent être classés T5 si leur température de surface ne dépasse pas 140 °C.

6.1.3.4 Composants scellés par fusion

Si des composants ayant une surface chaude, autres que ceux répondant à 6.1.3.3 et à l'exclusion des lampes à incandescence, ont des enveloppes scellées par fusion et que cette enveloppe ou un boîtier l'enserrant peut supporter l'essai de choc décrit en 22.4.3.1 de la CEI 79-0 sans dommage pour le scellement, la température à considérer est la température de surface mesurée sur l'enveloppe.

NOTE - Cette règle n'est pas considérée comme applicable à des composants tels que les transistors et les résistances, où la température est toujours mesurée sur la surface externe.

6.2 Enveloppes

Les matériels et les systèmes de sécurité intrinsèque et le matériel associé doivent être pourvus, selon le cas, d'une ou de plusieurs enveloppes permettant de maintenir le mode de protection. Toute enveloppe conçue dans ce but doit au moins procurer un degré de protection par enveloppe IP20 selon la CEI 529, à moins qu'un plus haut degré de protection par enveloppe ne soit exigé par la présente partie de la CEI 79.

NOTES

1 Bien que certains matériels, par exemple les jauges de contrainte et les thermocouples, puissent ne pas nécessiter d'enveloppe, l'usage d'une enveloppe est habituel, spécialement pour les matériels du Groupe I.

2 Le degré de protection procuré par l'enveloppe peut devoir varier en fonction de sa destination. Par exemple le degré de protection IP54 selon la CEI 529 peut être requis dans les conditions d'humidité et de poussières du front de taille d'une mine de charbon.

6.1.3.3 Small components

Temperatures higher than those of the marked temperature class are permitted for small components, for example transistors, wire, or resistors, if it can be shown by tests or experimental evidence that there is no risk of direct or indirect inflammation and that any deterioration or deformation by such higher temperatures does not impair the type of protection. The method of test is given in 9.5.

Where components comply with the requirements of table 3, the test in 9.5 need not be carried out.

Table 3 - Assessment for T4 classification according to component size and temperature of the environment

Total surface area excluding wire terminations	Requirement for T4 classification T4
< 20 mm ²	Surface temperature ≤ 275 °C
≥ 20 mm ² ≤ 10 cm ²	Not exceeding 1,8 W* or a surface temperature ≤ 200 °C
* Reduced to 1,2 W with 60 °C temperature of the environment; 1,0 W with 80 °C temperature of the environment.	

In addition, components with a smaller surface area than 10 cm² (excluding wire terminations) may be classified as T5 if their surface temperature does not exceed 140 °C.

6.1.3.4 Fusion-sealed components

If components with hot surfaces, other than those complying with 6.1.3.3 and excluding incandescent lamps, have envelopes sealed by fusion and the envelope or surrounding enclosure can withstand the impact test in 22.4.3.1 of IEC 79-0 without the seal being broken, the relevant temperature is the maximum surface temperature measured on the envelope.

NOTE - This requirement is not intended to apply to components such as transistors and resistors where the temperature is always measured on the outer surface.

6.2 Enclosure

Intrinsically-safe apparatus and systems and associated apparatus shall be provided with an enclosure or enclosures as required to maintain the type of protection. Any enclosure required for this purpose shall provide at least a degree of protection by enclosure IP20 according to IEC 529 unless a higher degree of protection by enclosure is required by this part of IEC 79.

NOTES

- 1 Although some apparatus, for example strain gauges and thermocouples, may not require an enclosure, the provision of an enclosure is usual, especially for Group I apparatus.
- 2 The degree of protection provided by the enclosure may need to vary according to the intended use. For example degree of protection by enclosure IP54 according to IEC 529 may be required under humid and dusty conditions at the working face in a coal mine.

6.3 Organes de raccordement et connexions internes

6.3.1 Bornes pour connexions externes

Lorsque le mode de protection peut être compromis par des croisements accidentels de connexions, les bornes des circuits de sécurité intrinsèque doivent, en plus de satisfaire aux exigences du tableau 4, être séparées des bornes des circuits non de sécurité intrinsèque par une ou plusieurs des méthodes a), b) ou c).

a) La séparation peut être assurée par la distance, lorsque la distance dans l'air entre deux bornes adjacentes est d'au moins 50 mm. On doit prendre des précautions dans la disposition des bornes et dans la méthode de câblage utilisée de telle manière qu'aucun contact entre circuits ne puisse avoir lieu si un fil se déconnecte.

b) La séparation peut être obtenue en plaçant les bornes des circuits de sécurité intrinsèque et non de sécurité intrinsèque dans des enveloppes séparées, ou par l'insertion entre bornes d'une cloison isolante ou d'une cloison métallique reliée à la terre, avec un couvercle commun, lorsque les conditions suivantes s'appliquent:

i) Les enveloppes séparées ou les cloisons avec enveloppe commune doivent être conçues pour empêcher que le câblage d'un circuit de sécurité intrinsèque n'entre en contact avec le câblage d'un circuit non de sécurité intrinsèque.

ii) Les cloisons utilisées pour séparer les bornes doivent être prolongées jusqu'à une distance comprise dans les limites de 1,5 mm des parois de l'enveloppe ou bien assurer une distance minimale de 50 mm entre bornes, la mesure étant effectuée dans toutes les directions autour de la cloison.

iii) Les cloisons métalliques doivent être mises à la terre, être assez solides et rigides pour qu'elles ne puissent être détériorées durant le câblage sur site. De telles cloisons sont considérées comme conformes si leur épaisseur est d'au moins 0,45 mm, ou, si leur épaisseur est plus faible, si elles ont satisfait à l'épreuve spécifiée en 9.6. De plus, les cloisons métalliques doivent pouvoir écouler le courant dans les conditions de défaut sans se percer par échauffement ni provoquer la coupure de la liaison à la terre.

iv) Les cloisons non métalliques doivent avoir une épaisseur suffisante et être maintenues de façon à ne pas pouvoir se déformer au point de ne plus assurer leur fonction. De telles cloisons sont considérées comme conformes si elles ont au moins 0,9 mm d'épaisseur, ou ont satisfait à l'épreuve spécifiée en 9.6 si leur épaisseur est plus faible.

c) La séparation peut être obtenue en plaçant les éléments de raccordement des circuits de sécurité intrinsèque et non de sécurité intrinsèque dans des enveloppes séparées, avec couvercles séparés.

Les distances dans l'air minimales entre les éléments de raccordement des circuits de sécurité intrinsèque et toute partie métallique mise à la terre doivent être au moins de 6 mm, à moins que le raccordement du circuit de sécurité intrinsèque ne soit destiné à être mis à la terre.

La distance dans l'air entre deux éléments de raccordement de différents circuits de sécurité intrinsèque doit être au moins de 6 mm, à moins qu'aucun risque ne résulte d'une liaison.

6.3 Connection facilities and internal connections

6.3.1 Terminals for external wiring

Where the type of protection may be impaired by inadvertent cross-connections, in addition to satisfying the requirements of table 4, terminals for intrinsically-safe circuits shall be separated from terminals for non-intrinsically-safe circuits by one or more of the methods in a), b) and c).

a) Separation may be accomplished by distance when the clearance between adjacent terminals shall be at least 50 mm. Care shall be exercised in the layout of terminals and in the wiring method used so that contact between circuits is unlikely if a wire becomes dislodged.

b) Separation may be accomplished by locating terminals for intrinsically-safe and non-intrinsically-safe circuits in separate enclosures or by use of either an insulating partition or an earthed metal partition between terminals with a common cover when the following apply:

i) Separate enclosures or partitions with common enclosures shall be designed to prevent wiring to a terminal for an intrinsically-safe circuit from contacting the wiring to a terminal for a non-intrinsically-safe circuit.

ii) Partitions used to separate terminals shall extend to within 1,5 mm of the enclosure walls, or alternatively provide a minimum distance of 50 mm between the terminals when measured in any direction around the partition.

iii) Metal partitions shall be earthed and shall have sufficient strength and rigidity to ensure that they are not likely to be damaged during field wiring. Such partitions are considered to comply if they are at least 0,45 mm thick or pass the test specified in 9.6 if of lesser thickness. In addition, metal partitions shall have sufficient current-carrying capacity to prevent burn-through or loss of earth connection under fault conditions.

iv) Non-metallic insulating partitions shall have sufficient thickness and shall be so supported that they cannot be readily deformed in a manner that would defeat their purpose. Such partitions are considered to comply if they are at least 0,9 mm thick, or pass the test specified in 9.6 if of lesser thickness.

c) Separation may be accomplished by locating terminals for intrinsically-safe and non-intrinsically-safe circuits in separate enclosures with separate covers.

The minimum clearances between terminals of intrinsically-safe circuits and any earthed metal shall be 6 mm, unless the terminal of the intrinsically-safe circuit is intended to be earthed.

The clearance between two terminals of different intrinsically-safe circuits shall be at least 6 mm unless no hazard results from connection.

6.3.2 *Prises de courant*

Lorsqu'un matériel de sécurité intrinsèque ou un matériel associé est équipé de plus d'une prise de courant pour des connexions externes ou des connexions internes et que la permutation pourrait affecter le mode de protection, de telles prises de courant doivent être équipées (par exemple de détrompeur) pour que la permutation ne soit pas possible, ou bien les fiches et embases se correspondant doivent être identifiées (par exemple par marquage ou code de couleur) pour rendre la permutation visible (voir aussi 6.4.2).

Lorsque les connexions aux prises de courant ne sont pas effectuées lors de la fabrication du matériel, 6.3.1 doit être appliqué en plus du tableau 4.

6.4 *Distances dans l'air, lignes de fuite, distances au travers d'un compound moulé et distances au travers d'une isolation solide*

6.4.1 *Généralités*

Les distances dans l'air, les lignes de fuite, les distances au travers d'un compound moulé et les distances au travers d'une isolation solide dont le mode de protection dépend doivent être considérées comme non sujettes à défaut entre:

- a) un circuit de sécurité intrinsèque et un circuit non de sécurité intrinsèque; ou
- b) deux circuits de sécurité intrinsèque séparés; ou
- c) les parties d'un même circuit; ou
- d) un circuit et des parties métalliques mises à la terre;

si elles sont égales ou supérieures aux valeurs du tableau 4. L'interpolation entre les valeurs est permise (voir figure 1).

Des distances dans l'air, lignes de fuite, distances au travers d'un compound moulé, et distances au travers d'une isolation solide plus petites sont permises, mais elles doivent être considérées comme un défaut pris en compte selon les exigences de l'article 5 si elles ne sont pas inférieures au tiers des valeurs correspondantes.

Lorsque la distance de séparation entre deux parties conductrices est inférieure au tiers des valeurs portées dans le tableau 4, elle doit être considérée comme défaut non pris en compte si la liaison affecte défavorablement le mode de protection.

Si plus de deux parties conductrices sont impliquées, il est seulement nécessaire de réunir le nombre de parties conductrices qui, lorsque l'on additionne leurs distances de séparation, donne une distance totale de séparation au moins égale à la valeur prescrite dans le tableau 4.

Lorsqu'une séparation comprend des parties, chacune plus grande que le tiers des valeurs du tableau 4, et que la distance totale de séparation est au moins celle requise par le tableau 4, alors la séparation totale est considérée comme non sujette à défaut.

6.3.2 *Plugs and sockets*

Where intrinsically-safe or associated apparatus is fitted with more than one plug and socket for either external or internal connections and interchange could adversely affect the type of protection, such plugs and sockets shall either be arranged (for example by keying) so that interchange is not possible or mating plugs and sockets shall be identified (for example by marking or colour coding) to make interchanging obvious (see also 6.4.2).

When connections to plugs and sockets are not prefabricated during manufacture of the electrical apparatus, 6.3.1 shall apply in addition to table 4.

6.4 *Creepage distances, clearances, distances through casting compound and distances through solid insulation*

6.4.1 *General*

Creepage distances, clearances and distances through casting compound and solid insulation upon which the type of protection depends, shall be considered as not subject to failure between:

- a) an intrinsically-safe and non-intrinsically-safe circuit; or
- b) two separate intrinsically-safe circuits; or
- c) parts of the same circuit; or
- d) a circuit and earthed metallic parts;

if they equal or exceed the values given in table 4. Interpolation between values is permitted (see figure 1).

Smaller creepage distances, clearances, distances through casting compound and distances through solid insulation are permissible but they shall be considered as a countable fault subject to the requirements of clause 5 if they are not less than one-third of the relevant values.

Where the separation between two conductive parts is less than one-third of the values given in table 4, it shall be considered as a non-countable fault if connection adversely affects the type of protection.

Where more than two conductive parts are involved, it is only necessary to connect the number of conductive parts which, when the separations between all of these are added up, give a total separation of at least the value required by table 4.

Where a separation is made up of parts each greater than one-third of the value in table 4 and the total separation is at least that required by table 4 then the component separation is considered as not subject to failure.

Tableau 4 - Lignes de fuite, distances dans l'air, distances au travers d'un compound moulé et distances au travers d'un isolant solide

1 Valeur de crête de la tension (1) et (2)	10 V	30 V	60 V	90 V	190 V	375 V	550 V	750 V	1 000 V	1 300 V	1 575 V	3,3 kV	4,7 kV	9,5 kV	15,6 kV
2. Ligne de fuite	1,5	2	3	4	8	10	15	18	25	36	40				
3. Ligne de fuite sous le revêtement	0,5	0,7	1	1,3	2,6	3,3	5	6	8,3	12	13,3				
4. IRC minimal (3)	ia	90	90	90	90	175	175	175	175	175	175	300			
	ib	90	90	90	90	175	175	175	175	175	175	175			
5. Distance dans l'air	1,5	2	3	4	5	6	7	8	10	14	16				
6. Distance au travers d'un compound moulé	0,5	0,7	1	1,3	1,7	2	2,4	2,7	3,3	4,6	5,3	9	12	20	33
7. Distance au travers d'un isolant solide	0,5	0,5	0,5	0,7	0,8	1	1,2	1,4	1,7	2,3	2,7	4,5	6	10	16,5

NOTES

1 Les valeurs de dimensions de ce tableau sont des valeurs nominales en millimètres et peuvent avoir une tolérance de fabrication de ∞ , -10 %, pourvu qu'elle soit inférieure à 1 mm.

2 Sauf pour les distances des lignes 6 à 7, on ne propose pas, pour le moment, de valeurs pour les tensions de 3,3 kV et au-delà.

(1) Exceptionnellement, la *ligne de fuite* sera déterminée en considérant en ligne 1 la *valeur efficace maximale de la tension* et non la valeur de crête pouvant apparaître dans les conditions de l'article 5.

(2) La valeur de tension est celle apparaissant dans les conditions de l'article 5, y compris le fonctionnement d'une protection du circuit.

(3) Indice de résistance au cheminement mesuré selon la CEI 112.

Le défaut d'une séparation de conducteurs à l'intérieur d'un composant moulé ou hermétiquement scellé, par exemple un semi-conducteur, utilisé conformément à 7.1 et à l'intérieur duquel les distances dans l'air et les lignes de fuite sont inférieures au tiers des valeurs du tableau 4, est considéré comme un seul défaut pris en compte pour l'application de l'article 5.

Pour les semi-conducteurs à multiples broches, moulés ou hermétiquement scellés, la liaison entre un nombre quelconque de broches et la mise en circuit ouvert d'un nombre quelconque de broches sont considérées comme défauts pris en compte sur une seule broche.

Les valeurs du tableau 4 s'appliquent lorsqu'il n'y a aucune probabilité que les distances soient réduites, par exemple par déplacement des conducteurs ou par suite des soudures. Lorsque ces probabilités existent, les valeurs doivent être augmentées en conséquence.

Table 4 - Creepage distances, clearances, distances through casting compound and distances through solid insulation

1 Peak voltage (1) and (2)	10 V	30 V	60 V	90 V	190 V	375 V	550 V	750 V	1 000 V	1 300 V	1 575 V	3,3 kV	4,7 kV	9,5 kV	15,6 kV
2. Creepage distance	1,5	2	3	4	8	10	15	18	25	36	40				
3. Creepage distance under coating	0,5	0,7	1	1,3	2,6	3,3	5	6	8,3	12	13,3				
4. Minimum CTI (3)	ia	90	90	90	90	175	175	175	175	175	175	300			
	ib	90	90	90	90	175	175	175	175	175	175	175			
5. Clearance	1,5	2	3	4	5	6	7	8	10	14	16				
6. Distance through casting compound	0,5	0,7	1	1,3	1,7	2	2,4	2,7	3,3	4,6	5,3	9	12	20	33
7. Distance through solid insulation	0,5	0,5	0,5	0,7	0,8	1	1,2	1,4	1,7	2,3	2,7	4,5	6	10	16,5

NOTES

1 The dimensional values given in this table are nominal values in millimetres and may have a manufacturing tolerance of ∞ , -10 % providing its value does not exceed 1 mm.

2 Except for the distances in lines 6 and 7, no values for voltages of 3,3 kV and over are proposed at present.

(1) Exceptionally, *creepage distance* shall be assessed by using in line 1 the *maximum r.m.s. voltage* and not the peak voltage that can be present under the conditions of clause 5.

(2) The value of voltage is that occurring under the conditions of clause 5 including the operation of circuit protection.

(3) Comparative Tracking Index measured according to IEC 112.

The failure of conductor separation inside a component which is moulded or hermetically sealed, for example a semi-conductor, used in accordance with 7.1 and in which internal clearances and distances are less than one-third of the values given in table 4 is to be considered as a single countable fault for the purposes of clause 5.

For multi-pin semiconductors that are moulded or hermetically-sealed, interconnections between any number of pins and open-circuiting of any number of pins will be considered as single pin countable faults.

The values of table 4 apply where they are not likely to be reduced, for example by movement of the conductor or as a result of soldering. Where such conditions are likely to exist, the values shall be increased accordingly.

La tension à prendre en considération lorsqu'il y a une référence commune est la somme des tensions entre les deux conducteurs après la prise en compte des défauts à l'intérieur du matériel, selon les exigences de l'article 5.

Lorsque deux potentiels n'ont pas une référence commune, la tension à considérer doit être la somme arithmétique des tensions des deux circuits comprenant les parties conductrices après la prise en compte des défauts à l'intérieur du matériel selon l'article 5. Si la tension par rapport à la terre de l'une des parties conductrices est inférieure à 20 % de l'autre tension, la plus forte valeur doit être prise en compte.

La tension appliquée aux organes de raccordement à partir d'un matériel non défini doit être celle créant les conditions les plus défavorables, mais sans dépasser U_m .

Les prescriptions de ce paragraphe ne s'appliquent pas lorsqu'un élément métallique mis à la terre (par exemple circuit imprimé ou cloison) sépare un circuit de sécurité intrinsèque d'autres circuits, pourvu qu'un claquage avec la terre n'affecte pas défavorablement le mode de protection et que la partie conductrice reliée à la terre puisse écouler le courant maximal qui circulerait en cas de défaut.

Une cloison métallique doit avoir une solidité et une rigidité telles qu'aucun dommage ne soit probable; elle doit avoir une épaisseur suffisante et pouvoir supporter le courant qui la traverse, pour prévenir un percement par échauffement ou un défaut de mise à la terre, cela dans les conditions de défauts. Une cloison ayant une épaisseur d'au moins 0,45 mm, fixée rigidement à une partie métallique du dispositif qui est reliée à la terre, ou conforme aux règles d'essai spécifiées en 9.6.1 si son épaisseur est plus faible, est considérée en conformité avec ce paragraphe.

Lorsqu'une cloison non métallique est placée entre les parties conductrices, les distances dans l'air, les lignes de fuite et autres distances de séparation doivent être mesurées en contournant la cloison, pourvu que la cloison ait une épaisseur d'au moins 0,9 mm ou soit capable de remplir les conditions d'essai spécifiées en 9.6.1, si l'épaisseur est plus faible, et que, dans le cas d'une ligne de fuite, le matériau ait un IRC approprié.

L'annexe A décrit les méthodes de mesure des distances au travers d'un isolant solide et d'un compound moulé.

Les lignes de fuite de la ligne 2 du tableau 4 s'appliquent aux circuits imprimés, à moins que ceux-ci ne soient protégés par au moins une couche d'un revêtement isolant adhérent ayant une rigidité diélectrique d'au moins 200 V pour 0,025 mm d'épaisseur.

Les prescriptions applicables à quelques applications spécifiques sont données en 6.4.2 à 6.4.4.

6.4.2 Prises de courant pour connexions internes

Lorsque les parties conductrices d'un circuit de sécurité intrinsèque et celles d'un circuit non de sécurité intrinsèque sont séparées par des parties conductrices reliées à la terre, et que les règles du tableau 4 ne sont pas appliquées entre les parties conductrices du circuit non de sécurité intrinsèque et celles reliées à la terre, la séparation des contacts de terre sans l'interruption au moins simultanée des autres contacts ne doit pas être possible (voir aussi 6.3.2).

The voltage, where there is a common reference, shall be taken as that between the two conductive parts after consideration of the faults within the apparatus in accordance with clause 5.

Where two potentials do not have a common reference, the voltage taken shall be the numerical sum of the voltages for the two circuits containing the conductive parts after consideration of the faults within the apparatus according to clause 5. If the voltage to earth of one conductive part is less than 20 % of the other, the higher value shall be used.

The voltage applied by unspecified apparatus to connection facilities shall be that creating the most adverse condition but not exceeding U_m .

The requirements of this sub-clause shall not apply where earthed metal (e.g. printed wiring or a partition) separates an intrinsically-safe circuit from other circuits, provided that breakdown to earth does not adversely affect the type of protection and the earthed conductive part can carry the maximum current that would flow under fault conditions.

An earthed metal partition shall have strength and rigidity so that it is unlikely to be damaged; it shall be of sufficient thickness and of sufficient current-carrying capacity to prevent burn-through or loss of earth under fault conditions. A partition at least 0,45 mm thick, attached to a rigid, earthed metal portion of the device, or complying with the test requirements specified in 9.6.1 if of lesser thickness, is deemed to comply with the requirements of this sub-clause.

Where a non-metallic insulating partition is placed between the conductive part the creepage distances, clearances and other separation distances shall be measured around the partition provided that the partition has a thickness of at least 0,9 mm or is capable of meeting the test requirements specified in 9.6.1, if of lesser thickness, and, in the case of creepage distance, the material has an appropriate CTI.

Annex A describes the methods of measurement of clearances through casting compound and solid insulation.

The creepage distances in line 2 of table 4 apply to printed circuit boards unless these are protected by a minimum of one layer of an adherent insulating coating having an electric strength of at least 200 V per 0,025 mm of thickness.

The requirements applicable to some specific applications are given in 6.4.2 to 6.4.4.

6.4.2 Plugs and sockets for internal connections

Where the conductive parts of an intrinsically-safe circuit and those of a non-intrinsically-safe circuit are separated by earthed conductive parts and the requirements of table 4 are not applied between the conductive parts and the non-intrinsically-safe circuit and those that are earthed, the disconnection of earth contacts without at least simultaneous disconnection of the other contacts shall not be possible (see also 6.3.2).

6.4.3 Cas spéciaux

Dans une enveloppe scellée par fusion, et qui peut résister à l'essai de choc de 22.4.3.1 de la CEI 79-0 sans fuir, ou qui est protégée par une enveloppe pouvant résister au même choc, seules les valeurs de distance dans l'air du tableau 4 sont applicables du fait que la contamination par l'atmosphère est exclue.

6.4.4 Relais

Les courants et tensions coupés par les contacts de relais inclus dans des circuits non de sécurité intrinsèque ne doivent pas dépasser soit les valeurs assignées, soit 5 A et 250 V respectivement, et le produit du courant par la tension ne doit pas dépasser soit la valeur assignée, soit 100 VA lorsque le relais est aussi relié à un circuit de sécurité intrinsèque.

Pour des valeurs supérieures, les circuits ne peuvent être connectés au même relais que si les circuits sont séparés les uns des autres par une cloison métallique ou une cloison isolante. Lorsqu'on utilise une cloison isolante et que la tension dépasse 250 V, les valeurs minimales de distance dans l'air autour de la cloison doivent être au moins doubles de celles du tableau 4, et les valeurs de courant et de puissance apparente ne doivent pas dépasser 10 A et 500 VA respectivement.

6.5 Encapsulation avec un compound moulé

6.5.1 Séparation des composants et des conducteurs

Lorsqu'on utilise l'encapsulation avec un compound moulé pour séparer les conducteurs et les composants d'un circuit de sécurité intrinsèque des circuits non de sécurité intrinsèque, ou des autres circuits de sécurité intrinsèque, ou des autres parties du même circuit et la terre (voir 6.4), l'encapsulant doit:

- être adhérent aux conducteurs ou composants en saillie, de même qu'au support de base des circuits imprimés (voir annexe B);
- avoir une rigidité suffisante pour répondre aux prescriptions d'essai de 9.6.2 si l'enveloppe encapsulée est destinée à être utilisée sans enveloppe additionnelle (par exemple capteur de proximité). Sauf pour cet essai, il n'est pas dans le but de la présente norme d'imposer des prescriptions supplémentaires à celles qui sont prévues pour le matériel industriel normal;
- avoir une température assignée d'emploi au moins égale à la température maximale atteinte par les composants ou conducteurs après encapsulage (voir annexe B).

6.5.2 Exclusion de l'atmosphère explosive

Lorsque l'encapsulation avec un compound moulé est utilisé pour empêcher que l'atmosphère explosive ne baigne les types de composants et de circuits de sécurité intrinsèque décrits en a), b) et c) ci-après, il doit satisfaire aux prescriptions de 6.5.1, et l'épaisseur minimale du compound moulé entre ceux-ci et la surface libre du compound moulé doit être la moitié des valeurs de la ligne 6 du tableau 4 avec un minimum de 1 mm (voir figure 8 et annexe B).

- a) Dispositifs piézoélectriques et leurs connexions à des dispositifs de limitation d'énergie.
- b) Dispositifs de stockage d'énergie et leurs dispositifs de limitation d'énergie lorsqu'une rupture de connexion est possible.
- c) La surface chaude de composants tels que les fusibles et les résistances encapsulées en vue d'améliorer la classification en température.

6.4.3 *Special cases*

Within a chamber sealed by fusion that is either capable of withstanding the impact test in 22.4.3.1 of IEC 79-0 without leaking or protected by an enclosure capable of withstanding the same impact, only the values of clearance in table 4 are relevant because atmospheric contamination is prevented.

6.4.4 *Relays*

The currents and voltages switched by the contacts of relays in non-intrinsically-safe circuits shall not exceed either the rated values or 5 A and 250 V respectively, and the product of the current and voltage shall not exceed either the rated value or 100 VA where the relay is also connected to an intrinsically-safe circuit.

For higher values, the circuits shall be connected to the same relay only if they are separated by either an earthed metal partition or an insulating partition. Where an insulating partition is used and the voltage exceeds 250 V, the minimum clearance values around the barrier shall be at least twice those in table 4 and current and VA values shall not exceed 10 A and 500 VA respectively.

6.5 *Encapsulation by casting compound*

6.5.1 *Separation of components and conductors*

Where encapsulation by casting compound is used to separate conductors and components of an intrinsically-safe circuit from non-intrinsically-safe circuits, other intrinsically-safe circuits, other parts of the same circuit and earth (see 6.4) the casting compound shall:

- be adherent to any protruding conductors or components, including printed circuit board substrates (see annex B);
- have sufficient rigidity to meet the test requirements specified in 9.6.2 if the encapsulated enclosure is intended for use without additional enclosure (for example a proximity sensor). Except for this test it is not the intent of this standard to impose requirements that are additional to those required for normal industrial apparatus;
- have a rated temperature at least equal to the maximum temperature of any encapsulated component or conductor achieved under the conditions after encapsulation (see annex B).

6.5.2 *Exclusion of potentially explosive atmosphere*

Where encapsulation by casting compound is used to exclude the potentially explosive atmosphere from the types of component and intrinsically-safe circuit described in a), b) and c) below, it shall satisfy the requirements in 6.5.1 and the minimum thickness of the casting compound between such components and the free surface of the casting compound shall be one half the values in line 6 of table 4 with a minimum of 1 mm (see figure 8 and annex B).

- a) Piezoelectric devices and their connections to any suppression devices.
- b) Energy storage devices and their suppression components where breakage of the connection could occur.
- c) Hot surfaces of such components as fuses and resistors to improve temperature classification.

Si la surface du compound moulé est en contact avec une enveloppe en matériau isolant électrique, il n'est pas nécessaire d'appliquer la prescription sur l'épaisseur.

6.5.3 Réduction de la température de surface

Lorsque l'encapsulage avec un compound moulé, du fait qu'il exclut l'atmosphère explosive (voir 6.5.2), est utilisé pour réduire la température maximale de surface, le volume de compound et son épaisseur minimale au-dessus du composant ou du conducteur chaud doivent être au moins ceux nécessaires pour réduire la température maximale de surface du compound à la valeur visée. La température assignée de fonctionnement en régime permanent du compound doit être au moins égale à celle du plus chaud composant ou conducteur qu'il englobe.

Si le compound moulé n'est pas immédiatement entouré d'une enveloppe, il doit satisfaire aux prescriptions d'essai de 9.6.2.

6.5.4 Caractéristiques du compound moulé

Le document soumis par le constructeur pour les vérifications et les épreuves de type conformément à 22.2 de la CEI 79-0 doit spécifier pour le compound moulé le nom chimique (voir article 1 de l'ISO 472 en conformité avec la CEI 455-1) de son polymère de base, sa désignation de type spécifique (selon son fabricant), sa température assignée d'utilisation en régime permanent, et, si applicable, son IRC.

6.6 Isolation

L'isolation entre un circuit de sécurité intrinsèque et le châssis conducteur du matériel électrique, ou les parties qui peuvent être à la terre, doit être capable de supporter un essai diélectrique sous une tension alternative de fréquence industrielle et de valeur efficace égale au double de la tension du circuit de sécurité intrinsèque avec un minimum de 500 V.

L'isolation entre un circuit de sécurité intrinsèque et un circuit non de sécurité intrinsèque doit être capable de supporter un essai diélectrique sous une tension alternative de fréquence industrielle et de valeur efficace égale à $(1\,000 \pm 2\,U)$ V avec un minimum de 1 500 V, U étant la somme des valeurs efficaces des tensions du circuit de sécurité intrinsèque et du circuit non de sécurité intrinsèque.

Lorsqu'un claquage entre des circuits de sécurité intrinsèque distincts peut conduire à des conditions de danger, l'isolation entre ces circuits doit être capable de supporter un essai diélectrique à fréquence industrielle de valeur efficace $2\,U$ avec un minimum de 500 V, U étant la somme des valeurs efficaces des tensions des circuits considérés.

Voir 9.3 pour la méthode d'essai.

6.7 Câblage interne

Lorsque le câblage assure le mode de protection, les conducteurs isolés du câblage interne doivent être conformes aux prescriptions de 6.7.1 ou 6.7.2 selon le cas.

If the surface of the casting compound is in contact with an enclosure of electrical insulating material, then the thickness requirement need not be applied.

6.5.3 *Surface temperature reduction*

Where encapsulation by casting compound, because it excludes the potentially explosive atmosphere (see 6.5.2), is used to effect a reduction in the maximum surface temperature, the volume of casting compound, and its minimum thickness over the hot component or conductor, shall be at least that necessary to reduce the maximum surface temperature of the casting compound to the desired level. The rated continuous operating temperature of the casting compound shall be at least equal to that of the hottest component or conductor that it encloses.

If the casting compound is not closely surrounded by an enclosure, the casting compound shall satisfy the test requirements in 9.6.2.

6.5.4 *Specification of casting compound*

The document submitted by the manufacturer for the type verifications and tests in accordance with 22.2 of IEC 79-0 shall specify the casting compound by the chemical name (see clause 1 of ISO 472 in accordance with IEC 455-1) of its basic polymer, the specific type designation (according to its manufacturer), its rated continuous operating temperature and, when applicable, its CTI.

6.6 *Insulation*

The insulation between an intrinsically-safe circuit and the conductive frame of the electrical apparatus or parts which may be earthed shall be capable of withstanding an r.m.s. a.c. test voltage at power frequency of twice the voltage of the intrinsically-safe circuit with a minimum of 500 V.

The insulation between an intrinsically-safe circuit and a non-intrinsically-safe circuit shall be capable of withstanding an r.m.s. a.c. test voltage at power frequency of $(1\,000 + 2\,U)$ V with a minimum of 1\,500 V where U is the sum of the r.m.s. values of the voltages of the intrinsically-safe circuit and of the non-intrinsically-safe circuit.

Where breakdown between separate intrinsically-safe circuits could produce an unsafe condition, the insulation between these circuits shall be capable of withstanding an r.m.s. test voltage at power frequency of $2\,U$ with a minimum of 500 V, where U is the sum of the r.m.s. values of the voltages of the circuits under consideration.

See 9.3 for voltage test methods.

6.7 *Internal wiring*

Where required to maintain the type of protection, insulated conductors of internal wiring shall comply with the requirements of 6.7.1 and 6.7.2 as applicable.

6.7.1 Les circuits non de sécurité intrinsèque placés dans la même enveloppe que les circuits de sécurité intrinsèque doivent être câblés avec des conducteurs isolés ayant un degré d'isolation capable de supporter une tension alternative de fréquence industrielle et de valeur efficace $(1\,000 + 2\,U)$ V avec un minimum de 1 500 V, U étant la somme des valeurs efficaces des tensions du circuit de sécurité intrinsèque et du circuit non de sécurité intrinsèque.

Voir 9.3 pour la méthode d'essai.

6.7.2 La distance de séparation entre les âmes des conducteurs isolés des circuits de sécurité intrinsèque et des circuits non de sécurité intrinsèque doit être au moins égale à la distance spécifiée dans la ligne 7 du tableau 4 de 6.4.1. Cependant, ces prescriptions ne s'appliquent pas si les conducteurs isolés, soit des circuits de sécurité intrinsèque soit des circuits non de sécurité intrinsèque, sont protégés par un écran mis à la terre.

6.8 Mise à la terre

Lorsque la mise à la terre, par exemple, des enveloppes, conducteurs, écrans métalliques, conducteurs de circuits imprimés, broches de séparation dans un connecteur ou des barrières de sécurité à diodes est exigée pour maintenir le mode de protection, la section des conducteurs, connecteurs, prises de raccordement doit être telle qu'elle supporte l'éventuel courant maximal qui circulerait en permanence dans les conditions de l'article 5. Les règles de l'article 7 doivent aussi être appliquées.

Les connecteurs et prises doivent être conçus pour maintenir la pression de contact et pour éviter un relâchement de la connexion de terre sous l'effet de vibrations. Cela n'est pas destiné à empêcher l'utilisation de prises fonctionnant seulement par friction.

Si la mise à la terre d'un circuit de sécurité intrinsèque est nécessaire pour des raisons n'ayant pas de rapport avec le mode de protection, la méthode de mise à la terre doit éviter des effets défavorables sur le mode de protection.

Un conducteur de mise à la terre exigé pour maintenir le mode de protection ne doit pas passer par un connecteur, à moins que la mise à la terre ne soit pas exigée lorsque le connecteur n'est pas enfiché. Lorsque les conducteurs du circuit et de mise à la terre passent par le même connecteur interne, voir aussi 6.4.2.

Les connexions de terre aux cloisons et écrans ou circuits de terre prévus pour maintenir le mode de protection doivent être considérées comme non sujettes à défauts si le fil est multibrin, a au moins une section de 0,19 mm² et peut écouler avec sécurité le courant de défaut.

L'ouverture d'une quelconque connexion faite par une prise de courant est un défaut pris en compte.

La mise à la terre exigée pour maintenir le mode de protection, telle que connexions d'écrans, etc., doit, en principe, être accessible à l'utilisateur, indépendamment des dispositions prises pour mettre à la terre les enveloppes.

6.7.1 Non-intrinsically-safe circuits in the same enclosure as intrinsically-safe circuits shall be wired with insulated conductors having a grade of insulation capable of withstanding an r.m.s. a.c. test voltage at power frequency of $(1\,000 + 2\,U)$ V with a minimum of 1 500 V where U is the sum of the r.m.s. values of the voltages of the intrinsically-safe circuit and of the non-intrinsically-safe circuit.

See 9.3 for voltage test methods.

6.7.2 The distance between the cores of the insulated conductors of intrinsically-safe circuits and those of non-intrinsically-safe circuits shall be at least equal to the appropriate values specified in line 7 of table 4 in 6.4.1. This requirement does not apply, however, if the insulated conductors of either the intrinsically-safe or the non-intrinsically-safe circuits are enclosed in an earthed screen.

6.8 Earthing

Where earthing of, for example, enclosures, conductors, metal screens, printed wiring board conductors, segregation contacts of plug-in connectors and diode safety barriers is required to maintain the type of protection, the cross-sectional area of any conductors, connectors and terminals used for this purpose shall be such that they are rated to carry the maximum possible current to which they could be continuously subjected under the conditions of clause 5. The requirements of clause 7 shall also be applied.

Connectors and terminals shall be designed to maintain contact pressure and to resist loosening of the earth connection by vibration. This is not intended to preclude the use of terminals which depend on friction alone.

If earthing of an intrinsically-safe circuit is necessary for reasons unconnected with the type of protection, the method of earthing shall be such as to avoid adverse effects on the type of protection.

An earthing conductor required to maintain the type of protection shall not pass through a connector unless earthing is not required when the connector is unmated. Where both circuit and earth conductors pass through the same internal connector see also 6.4.2.

Earth connections to partitions, screens, or earth circuit required to maintain the type of protection shall not be considered subject to fault if the wire is stranded and of at least 0,19 mm² area and can conduct the fault current safely.

Open circuiting of any connection made by a plug and socket connection is a countable fault.

Earthing required to maintain the type of protection, such as connections to screens, etc., should be accessible to the user separately from the earthing means for the enclosure.

6.9 Câblage externe

6.9.1 Les paramètres permis pour le câblage externe du matériel doivent être spécifiés pour chaque système de sécurité intrinsèque. Les paramètres doivent inclure l'inductance maximale permise pour le câble, sa capacité maximale permise et, lorsque cela est possible, le rapport maximal permis inductance/résistance. Le rapport maximal inductance/résistance pour les sources de puissance peut être calculé en utilisant la formule suivante, établie à l'origine pour les câbles, mais utile dans un plus large contexte, qui prend en compte un coefficient de sécurité de 1,5 sur le courant.

$$L_c / R_c = \frac{8 eR + (64 e^2 R^2 - 72 U^2 e L)^{1/2}}{4,5 U^2} \quad \text{H}/\Omega$$

où:

e est l'énergie minimale d'inflammation dans l'éclateur (J), et a pour valeur:

- pour les matériels du Groupe I: $50 \times 10^{-5} \text{ J}$
- pour les matériels du Groupe IIA: $24 \times 10^{-5} \text{ J}$
- pour les matériels du Groupe IIB: $11 \times 10^{-5} \text{ J}$
- pour les matériels du Groupe IIC: $4 \times 10^{-5} \text{ J}$

R_c est la résistance d'une longueur unité de câble (Ω/m)

R est la résistance minimale du circuit (en excluant le câble) (Ω)

U est la tension maximale en circuit ouvert (V)

L_c est l'inductance d'une longueur unité de câble (H/m)

L est l'inductance localisée maximale présente dans le circuit en excluant le câble (H).

NOTES

1 La valeur la plus défavorable est obtenue en appliquant la formule:

- à la source de puissance plus le câble seul, et
- à la source de puissance plus le câble plus la charge.

2 Cette formule peut aussi être employée pour définir les inductances localisées, telles que les appareils de mesure, les bobines, etc.

6.9.2 Lorsque des câbles multiconducteurs sont utilisés dans des circuits de sécurité intrinsèque, l'interconnexion des conducteurs individuels et leur mise en circuit ouvert doivent être considérées lors de l'évaluation du système de sécurité intrinsèque, selon a), b), c) ou d). A moins que l'évaluation suppose un câble selon a), les documents définitifs soumis par le fabricant pour la vérification et l'essai de type selon 22.2 de la CEI 79-0 doivent spécifier le câble à employer.

a) Lorsqu'aucune règle spéciale n'est appliquée au câble, on doit considérer tout court-circuit entre conducteurs ou coupure de conducteurs avant d'appliquer les défauts spécifiés à l'article 5.

b) Lorsque la tension assignée du câble est au moins égale à la tension du circuit, l'isolation entre conducteurs séparés est capable de supporter un essai sous une tension alternative de valeur efficace de 1 000 V et les conducteurs peuvent supporter un essai diélectrique à demi-tension entre eux-mêmes et un écran quelconque; on considère alors seulement un maximum de deux interconnexions entre les conducteurs et de quatre ouvertures simultanées des conducteurs, avant l'application des défauts selon l'article 5.

6.9 External wiring

6.9.1 The permissible parameters of wiring external to apparatus shall be specified for any intrinsically-safe system. These shall include the maximum permissible inductance of the cable, its maximum permissible capacitance and, where possible the maximum permissible inductance/capacitance ratio. The maximum inductance/resistance ratio for power sources may be calculated using the following formula, intended originally for cables but useful in a wider context, which takes account of a 1,5 safety factor on current.

$$L_c / R_c = \frac{8 e R + (64 e^2 R^2 - 72 U^2 e L)^{1/2}}{4,5 U^2} \quad \text{H}/\Omega$$

where:

e is the minimum spark-test apparatus ignition energy (J) and is for:

- Group I apparatus: $50 \times 10^{-5} \text{ J}$
- Group IIA apparatus: $24 \times 10^{-5} \text{ J}$
- Group IIB apparatus: $11 \times 10^{-5} \text{ J}$
- Group IIC apparatus: $4 \times 10^{-5} \text{ J}$

R_c is the resistance of a unit length of cable (Ω/m)

R is the minimum circuit resistance (excluding the cable) (Ω)

U is the maximum open circuit voltage (V)

L_c is the inductance of a unit length of cable (H/m)

L is the maximum lumped inductance present in the circuit excluding the cable (H)

NOTES

1 The most onerous value is obtained when the formula is applied:

- to the power source plus cable alone, and
- to the power source plus cable plus load.

2 This formula may also be used to define lumped inductances such as meters, solenoids, etc.

6.9.2 Where multicore cables are used in intrinsically-safe circuits, interconnection between individual conductors and open circuiting of conductors shall be considered in evaluating intrinsically-safe systems as in a), b), c) and d). Unless a cable as in a) is assumed for the evaluation, the definitive documents submitted by the manufacturer for the type verifications and tests in accordance with 22.2 of IEC 79-0 shall specify the cable to be used.

a) Where no special requirements are applied to the cable any number of short-circuits between conductors and open-circuits of conductors shall be considered before the application of the faults specified in clause 5.

b) Where the voltage rating of the cable is at least equal to the circuit voltage, the insulation between separate conductors is capable of withstanding a 1 000 V r.m.s. a.c. test, and the insulation of the conductors is capable of withstanding a test at half that voltage between the conductors and any screen, then up to two interconnections between the conductors and up to four simultaneous open circuits of conductors need to be considered before application of the faults specified in clause 5.

c) Lorsque la tension assignée du câble conforme à b) est au moins double de la tension du circuit, et que le câble est fixé (par exemple dans une goulotte) et protégé contre les dommages lorsqu'il est vulnérable (par exemple traversée d'une route), aucun défaut n'a à être considéré si aucun circuit à l'intérieur du câble n'a une tension excédant 60 V dans les conditions de défauts de l'article 5.

d) Lorsqu'un câble conforme à b) a des conducteurs séparés ou un groupe de conducteurs protégés par un écran conducteur, aucun défaut entre ces conducteurs ou groupe de conducteurs protégés séparément n'a à être considéré. Les défauts entre conducteurs protégés par un même écran, ou entre les conducteurs et leur écran, doivent cependant être considérés avant l'application des défauts spécifiés à l'article 5, à moins que le câble ne soit protégé selon c) ci-dessus.

6.10 Dispositifs piézoélectriques

Un matériel renfermant un dispositif piézoélectrique doit être conçu de sorte que le signal de sortie, lorsque le matériel est sujet à un choc dont l'énergie est spécifiée à la ligne 3 du tableau III de 22.4.3.1 de la CEI 79-0 pour le risque «normal» de dommage mécanique ou la valeur minimale de signal de sortie spécifiée par le constructeur, ne dépasse pas les valeurs suivantes:

- pour les matériels du Groupe I: 1 500 μ J
- pour les matériels du Groupe IIA: 950 μ J
- pour les matériels du Groupe IIB: 250 μ J
- pour les matériels du Groupe IIC: 50 μ J

Lorsque le signal de sortie du dispositif piézoélectrique est limité par des composants de protection, ces derniers ne doivent pas être détériorés par le choc au point que le signal de sortie puisse mettre en cause le mode de protection.

Lorsque l'énergie de choc indiquée dans le premier alinéa du présent paragraphe est plus petite que la valeur donnée à la ligne 3 du tableau III de la CEI 79-0, le matériel doit être marqué du signe I conformément au point 9 du 25.2 et au point 4 du 25.5 de la CEI 79-0 et toute condition spéciale d'utilisation doit être portée dans les documents définitifs.

Les essais doivent être exécutés conformément à l'essai de tenue aux chocs indiqué en 22.4.3.1 de la CEI 79-0.

NOTE - Le but de cet essai est de montrer que l'énergie électrique obtenue à partir du circuit renfermant le dispositif piézoélectrique ne dépasse pas les valeurs limites pour le mélange d'essai de gaz approprié au groupe du matériel, et qu'aucun composant de protection n'a subi de dommage qui le rende inefficace. Les dommages affectant le degré de protection des enveloppes n'ont pas à être considérés.

L'épreuve doit être effectuée deux fois sur les surfaces qui sont accessibles lorsque le matériel est installé comme il le serait en service.

L'énergie maximale délivrée par le dispositif piézoélectrique doit être déterminée par la formule $E = 1/2 CU^2$ où C est la capacité mesurée du dispositif et U la tension de sortie maximale produite.

La tension de sortie doit être mesurée aux bornes du circuit composé du dispositif piézoélectrique et de ses composants de protection.

c) Where the voltage rating of the cable conforming to b) is at least twice the circuit voltage and the cable is fixed (for example in a cable tray) and protected against damage where it is vulnerable (for example crossing roadways), then no failures need be considered provided that no circuit within the cable has a voltage in excess of 60 V in the fault conditions of clause 5.

d) Where a cable conforming to b) has individual conductors or a group of conductors enclosed in a conducting screen, no failures between those conductors or a group of conductors separately enclosed shall be considered. Failures between conductors enclosed in the same screen or between conductors and their enclosing screen will however be considered before the application of the faults specified in clause 5, unless the cable is protected against damage according to c) above.

6.10 Piezoelectric devices

Apparatus which contains any piezoelectric device shall be designed so that the electrical output of the device, when the apparatus is subjected to the impact energy given in line 3 of table III in 22.4.3.1 of IEC 79-0 for the "normal" risk of mechanical damage or the minimum value of electrical output specified by the manufacturer shall be no greater than the following values:

- for Group I apparatus: 1 500 μ J
- for Group IIA apparatus: 950 μ J
- for Group IIB apparatus: 250 μ J
- for Group IIC apparatus: 50 μ J

Where the electrical output of the piezoelectric device is limited by protective components these components shall not be damaged by the impact in such a way as to allow the output to impair the type of protection.

Where the impact energy in the first paragraph of this sub-clause is less than that given by line 3 of Table III of IEC 79-0, the apparatus shall be marked with the sign X in accordance with item (9) of 25.2 and item (4) of 25.5 of IEC 79-0 and any special conditions of use shall be stated in the definitive documents.

Testing shall be carried out in accordance with the test for resistance to impact in 22.4.3.1 of IEC 79-0.

NOTE - The purpose of the test is to establish that the electrical energy obtained from the circuit containing the piezoelectric device does not exceed the limiting value for the test gas mixture appropriate to the apparatus Group and that any protective components have not been damaged to an extent which would render them ineffective. Damage affecting the degree of protection provided by the enclosure shall be disregarded.

The test shall be carried out twice on those surfaces which are accessible when the apparatus is mounted as it would be in its intended application.

The maximum electrical output energy generated by the piezoelectric device shall be determined from the formula $E = 1/2 CU^2$ where C is the measured capacitance of the device and U is the maximum output voltage generated.

The output voltage shall be measured across the circuit comprising the piezoelectric device and its protective components.

7 Règles pour les composants

Les règles de 7.1 à 7.5 inclus s'appliquent, en plus de toutes les autres exigences de cette norme, uniquement aux composants des matériels et systèmes de sécurité intrinsèque, y compris les matériels associés, dont dépend le mode de protection.

7.1 Taux de travail

Tous les composants dont dépend le mode de protection, sauf ceux tels que les transformateurs, les fusibles et les protections thermiques, ne doivent pas fonctionner y compris dans les conditions de défaut définies à l'article 5, à plus des deux tiers de la valeur maximale de leur courant ou tension ou puissance assignée selon les conditions de montage et la gamme de température spécifiées. Ces valeurs maximales assignées doivent être celles qui sont spécifiées par le fabricant du composant.

On devra aussi tenir compte des effets des conditions de montage et de la gamme de température ambiante spécifiés par le fabricant du matériel et de 4.1 de la CEI 79-0 (par exemple dans le cas d'un semi-conducteur, la puissance dissipée ne doit pas dépasser les deux tiers de celle qui amènerait la jonction à sa température maximale dans des conditions de montage données).

Les dispositifs à semi-conducteurs utilisés comme shunt pour limiter l'énergie ne doivent pas se mettre en défaut par coupure lorsqu'ils sont soumis au courant qui les parcourrait s'ils étaient en court-circuit, cela en considérant les conditions de défaut de l'article 5 et le fonctionnement des dispositifs de protection en surintensité.

7.2 Fusibles

Des fusibles peuvent être utilisés pour protéger de la défaillance d'autres composants assurant la limitation du courant ou de la tension, pourvu qu'à $1,7 I_n$, I_n étant le courant assigné du fusible, le composant satisfasse aux exigences de 7.1. La caractéristique temps-courant du fusible doit être telle que les caractéristiques du composant en régime transitoire ne soient pas dépassées (dans ce cas aucun coefficient de sécurité n'est appliqué).

Il est admis que les fusibles d'un circuit de sécurité intrinsèque soient placés en zone dangereuse si le gaz ne peut pas pénétrer dans le fusible, par exemple par encapsulage de fusibles à enveloppe de verre (voir 6.5.2) ou par l'emploi de fusibles remplis de sable ou de fusibles céramiques. La température maximale de surface est alors celle qui est mesurée sur la surface externe de l'encapsulant ou du fusible céramique ou du fusible rempli de sable.

Lorsque des fusibles sont encapsulés, on doit d'abord les sceller pour éviter que le compound de moulage n'entre dans le fusible et n'altère ses caractéristiques de coupure.

Les fusibles de protection des composants ne doivent pouvoir être remplacés qu'en utilisant un outil comme un tournevis, une clé, ou un fer à souder. Le courant assigné de ces fusibles doit être marqué à proximité d'eux.

Un fusible doit:

- a) soit être capable de couper un courant présumé de 4 000 A;
- b) soit être placé en série avec un dispositif de limitation destiné à limiter le courant présumé à une valeur inférieure au pouvoir de coupure du fusible.

7 Requirements for components

The requirements in 7.1 to 7.5 inclusive apply, in addition to all other applicable requirements of this standard, only to components in intrinsically-safe apparatus and systems, including associated apparatus, on which the type of protection depends.

7.1 Rating

All components on which the type of protection depends, except such devices as transformers, fuses and thermal trips, shall not operate, including under the fault conditions defined in clause 5, at more than two thirds of their maximum current or voltage or power related to the rating of the device, the mounting conditions and the temperature range specified. These maximum rated values shall be those specified by the manufacturer of the component.

Account shall also be taken of the effects of the mounting conditions and ambient temperature range specified by the manufacturer of the apparatus and 4.1 of IEC 79-0 (for example, in the case of a semiconductor the power dissipation shall not exceed two thirds of that which will cause the maximum junction temperature to be reached under the particular mounting conditions).

Semiconductor devices used as shunt energy limiting components shall not fail in the open circuit condition when subjected to the current which would flow if the semiconductor device failed in the short-circuit mode taking into account the fault conditions of clause 5 and the operation of devices for over-current protection.

7.2 Fuses

Fuses may be used as a means to protect other components performing current or voltage limiting functions from failure provided that at $1,7 I_n$, where I_n is the fuse rating, the component satisfies the requirements of 7.1. The fuse time-current characteristics shall ensure that the transient ratings of the protected component are not exceeded (for this purpose no derating is applied).

It is permissible for fuses in intrinsically-safe circuits to be located in a hazardous area if gas is excluded from the fuse, for example by the encapsulation of glass envelope fuses (see 6.5.2) or by the use of sand-filled fuses and ceramic fuses. The maximum surface temperature is then that measured on the external surface of the encapsulant or of the sand-filled or ceramic fuse.

Where fuses are encapsulated, they shall first be sealed to prevent casting compound from entering the interior of the fuse and modifying its cut-off characteristics.

Fuses used to protect components shall be replaceable only by use of a tool such as a screwdriver, key, or soldering iron. The rating of such fuses shall be marked adjacent to the fuses.

A fuse shall either:

- a) be capable of interrupting a prospective current of 4 000 A, or
- b) be in series with a current limiting device designed to limit the prospective current to a value no greater than the prospective current rating of the fuse.

En variante, à condition que le matériel porte un marquage comportant le signe X selon le point 9 du 25.2 et le point 4 du 25.5 de la CEI 79-0 si le courant est destiné à être relié à des tensions de réseau, il est possible d'utiliser des fusibles conçus pour un courant présumé inférieur à 4 000 A pour la tension nominale d'alimentation envisagée du matériel.

7.3 Connecteurs pour liaisons internes

Les connecteurs, y compris ceux des cartes imprimées et des composants débrochables, doivent satisfaire aux prescriptions de 6.3.2 et 6.4.2.

7.4 Piles et accumulateurs

Les règles de 7.4.1 et 7.4.2 s'appliquent aux matériels mobiles et aux matériels fixes, dont les piles ou accumulateurs sont des composants, et pour lesquels l'ensemble complet, y compris les piles ou accumulateurs, est destiné à fonctionner en atmosphère explosive gazeuse et ne comporte pas d'autres modes de protection, par exemple une enveloppe anti-déflagrante. Ces règles s'appliquent aux piles (non rechargeables) et aux accumulateurs (rechargeables).

7.4.1 Les éléments doivent être d'un modèle ne pouvant pas présenter de fuite d'électrolyte ou bien ils doivent être enfermés pour éviter l'attaque par l'électrolyte des circuits assurant le mode de protection. Les compartiments renfermant des piles ou accumulateurs qui émettent des gaz inflammables doivent être ventilés pour éviter une concentration de gaz inflammable.

7.4.2 Lors des essais et évaluations, la tension des piles ou accumulateurs doit être considérée comme la tension maximale en circuit ouvert pouvant être atteinte dans les conditions normales (à savoir pour des piles neuves ou des accumulateurs immédiatement après une charge complète).

7.4.3 Lors des essais et évaluations, le courant de court-circuit des piles ou accumulateurs doit être la valeur maximale du courant initial de court-circuit.

7.4.4 Lorsque des composants limitant l'énergie sont associés à des piles ou accumulateurs, ils doivent soit faire partie intégrante de l'ensemble des piles ou accumulateurs, soit avoir un logement séparé à l'intérieur du matériel.

7.4.5 Lorsqu'un composant limitant l'énergie est nécessaire et forme une partie intégrante de l'ensemble des piles ou accumulateurs, il doit former une unité interchangeable complète avec l'ensemble des piles ou accumulateurs. L'ensemble des piles ou accumulateurs doit être tel qu'il ne puisse y avoir de court-circuit du composant limitant l'énergie. L'ensemble des piles ou accumulateurs doit conserver le mode de protection lors de l'essai de chute décrit en 9.4.

7.4.6 Lorsque les composants limitant l'énergie ont un logement séparé à l'intérieur du matériel, ce matériel doit être construit comme suit:

- a) le boîtier ou les moyens de fixation des piles ou accumulateurs doivent être prévus pour que les piles ou accumulateurs puissent être mis en place et enlevés sans court-circuit des sorties des piles ou accumulateurs et sans liaison des sorties des piles ou accumulateurs en aval des composants limitant l'énergie;
- b) pour le matériel portable, tel que radio-récepteurs et émetteurs-récepteurs, la construction doit éviter l'éjection ou la séparation des piles ou accumulateurs du matériel lors de l'essai de chute décrit en 9.4;

Alternatively, subject to marking the electrical apparatus with the sign X in accordance with item (9) of 25.2 and item (4) of 25.5 of IEC 79-0 if the circuit is intended for connection to mains voltages, fuses designed for a prospective current of less than 4 000 A at the nominal value of supply voltage to the apparatus are permissible.

7.3 Connectors for internal connections

Connectors, including plug-in cards and components, shall satisfy the requirements of 6.3.2 and 6.4.2.

7.4 Cells and batteries

The requirements in 7.4.1 and 7.4.2 are applicable to both portable and stationary electrical apparatus of which batteries are a component where the entire assembly, including batteries, is intended to be used in an explosive gas atmosphere and is not provided with other types of protection, for example flameproof enclosure. These requirements shall apply to both primary (non-rechargeable) and secondary (rechargeable) cells and batteries.

7.4.1 Battery cells shall be of a type from which there can be no spilling of electrolyte or they shall be enclosed to prevent damage by the electrolyte to circuits contributing to the type of protection. Compartments containing batteries which emit flammable gas shall be ventilated to prevent accumulations of ignitable concentrations of gas.

7.4.2 For the purpose of evaluation and test, the battery voltage shall be considered to be the maximum open circuit voltage attainable under normal conditions (that is from either a new primary battery or a secondary battery just after a full charge).

7.4.3 For the purpose of evaluation and test, the battery short-circuit current shall be the maximum value of the initial current under short-circuit conditions.

7.4.4 Where energy-limiting components are associated with a battery they shall either be an integral part of the battery assembly or contained separately within the electrical apparatus.

7.4.5 When an energy-limiting component is necessary and is provided as an integral part of the battery assembly, it shall form a complete replaceable unit with the battery assembly. The battery assembly shall be such that there can be no by-passing of the energy-limiting component. The battery assembly shall maintain the type of protection in the drop test described in 9.4.

7.4.6 When the energy-limiting components are contained separately within the electrical apparatus, the apparatus shall be constructed as follows:

a) the battery housing or means of attachment shall be arranged so that batteries can be installed and replaced without short-circuiting the battery output and without applying the battery output to the load side of the energy-limiting components;

b) for portable electrical apparatus, such as radio receivers and transceivers, the construction shall prevent the ejection or separation of the batteries from the apparatus in the drop test described in 9.4;

c) le matériel doit être marqué d'un avertissement interdisant le remplacement des piles ou accumulateurs dans une atmosphère explosive gazeuse conformément à 10.4.

7.4.7 Les matériels ou les ensembles d'accumulateurs ayant des contacts externes pour la recharge des accumulateurs doivent être équipés pour éviter que les accumulateurs délivrent aux contacts une énergie capable de provoquer une inflammation lorsqu'une quelconque paire de contacts est accidentellement mise en court-circuit. Cela peut être réalisé par l'un ou les deux procédés suivants:

a) diodes de blocage ou résistances en série dans le circuit de charge. Pour la catégorie «ib» deux diodes sont exigées. Pour la catégorie «ia» trois diodes sont exigées. Ces diodes doivent être protégées par un fusible ayant les caractéristiques adéquates lorsque le chargeur de batterie n'est pas défini;

b) degré de protection de l'enveloppe au moins égal à IP54 avec des fermetures spéciales selon 8.2 de la CEI 79-0 et une plaque d'avertissement interdisant la charge en atmosphère explosive gazeuse.

7.4.8 Les piles ou accumulateurs de construction non spécifiée doivent être classés en température sur la base de leur température de surface externe maximale dans les conditions de court-circuit. Lorsqu'un composant limitant l'énergie fait partie intégrante de l'ensemble de piles ou accumulateurs, le court-circuit doit être considéré comme appliqué à la fois avec et sans le composant limitant l'énergie en circuit. Dans les autres cas, le court-circuit doit être considéré comme appliqué aux bornes de la pile ou accumulateur.

7.4.9 Pour les accumulateurs de caractéristiques assignées 15 V, 15 Ah ou moins, l'éclateur ne doit être relié qu'aux parties externes de l'accumulateur.

7.5 Câblage

La mise en circuit ouvert de tout conducteur ou piste de circuit imprimé, y compris ses connexions, doit être considérée comme un unique défaut pris en compte lorsqu'on applique l'article 5.

8 Composants et ensembles de composants infaillibles

Les composants et ensembles de composants répondant aux exigences de cet article en plus de toutes les autres exigences applicables de cette norme, doivent être considérés comme infaillibles.

Lors de l'évaluation de matériels de sécurité intrinsèque ou de matériels associés, les composants ou ensembles de composants conformes aux 8.1 à 8.8 doivent être considérés comme non sujets à défaut.

8.1 Transformateurs de réseau

Un transformateur, autre qu'un auto-transformateur, conforme aux prescriptions suivantes doit être considéré comme composant infaillible. Si un dispositif de protection contre les surintensités est inséré dans le circuit primaire, le courant présumé assigné de tout système de protection externe doit être spécifié par le constructeur du matériel. Les essais suivants doivent être effectués sur trois exemplaires du transformateur.

a) L'isolement entre primaire et secondaire (et entre le secondaire et le châssis si un tel isolement est nécessaire) doit être soumis à l'essai diélectrique du tableau 5.

- c) the electrical apparatus shall be marked to warn against replacement of the batteries in an explosive gas atmosphere as described in 10.4.

7.4.7 Electrical apparatus or battery assemblies with external contacts for recharging the batteries shall be provided with means to prevent the batteries from delivering ignition-capable energy to the contacts when any pair of the contacts is accidentally short-circuited. This may be accomplished by one or both of the following:

- a) blocking diodes or series resistors in the charging circuit. For category "ib" two diodes are required. For category "ia" three are required. These diodes shall be protected by an appropriately rated fuse where the battery charger is not specified;

- b) a degree of protection by enclosure of at least IP54 with special fasteners according to 8.2 of IEC 79-0 and a label warning against charging in the explosive gas atmosphere.

7.4.8 Batteries of unspecified construction shall be temperature classified on the basis of their maximum external surface temperature under short-circuit conditions. Where the energy-limiting component is an integral part of the battery assembly, the short-circuit shall be considered to be applied both with and without the energy-limiting component connected. In other cases the short circuit shall be considered to be applied at the battery terminals.

7.4.9 For batteries of rating 15 V, 15 Ah or less, the spark-test apparatus shall be applied only to the external parts of the battery.

7.5 Wiring

Failure to open circuit of any wire or printed circuit track, including its connections, shall be considered as a single countable fault when clause 5 is applied.

8 Infallible components and assemblies of components

Components and assemblies of components complying with the requirements of this clause in addition to all other applicable requirements of this standard shall be considered as infallible.

In evaluating intrinsically safe and associated apparatus, components and assemblies of components complying with 8.1 to 8.8 shall be considered not subject to a fault.

8.1 Mains transformers

A transformer, other than an auto-transformer, complying with the following requirements shall be considered an infallible component. If a device for over-current protection is used in the primary circuit, the prospective current rating of any external protection device shall be specified by the manufacturer of the apparatus. The following tests shall be carried out on three samples of the transformer.

- a) The insulation between primary and secondary (and between the secondary and the frame if such insulation is required) shall be subjected to the voltage test in table 5.

Tableau 5 - Tensions d'essai des transformateurs

Tension locale maximale des enroulements V	Tension d'essai			
	Etat initial		Après l'essai de surintensité	
	Alternatif valeur efficace V	Continu V	Alternatif valeur efficace V	Continu V
50	500	710	175	240
120	1 550	2 190	545	765
150	2 000	2 830	700	990
250	3 500	4 950	1 225	1 730
440	4 200	5 940	1 470	2 080
690	5 000	7 070	1 750	2 475
1 000	5 500	7 780	1 925	2 720

NOTES

1 Pour les enroulements dont la tension locale est supérieure à 50 V et comprise entre les valeurs données, les tensions d'essai correspondantes peuvent être déterminées par interpolation linéaire.

2 La «tension locale» est définie comme dans la CEI 742 d'où on a extrait les tensions d'essai, et est prise comme «la tension efficace la plus élevée qui peut se produire à travers n'importe quel système d'isolation à la tension assignée d'alimentation, l'angle de phase et les surtensions transitoires étant négligés, en circuit ouvert ou dans les conditions normales de fonctionnement».

Les informations supplémentaires suivantes sont données dans la CEI 742.

Lorsque l'on considère un système d'isolation entre enroulements non destinés à être connectés ensemble, la tension locale est considérée comme étant la tension la plus élevée apparaissant sur l'un quelconque de ces enroulements.

L'attention est attirée sur le fait que la tension locale par rapport à la terre de l'alimentation peut être différente de la valeur apparente avec des systèmes monophasés sans neutre à la terre et des systèmes triphasés sans neutre à la terre, en montage triangle ou étoile. La tension secondaire d'un transformateur peut être artificiellement relevée par rapport à la terre en raison des conditions qui apparaissent dans un équipement ou un matériel.

b) On applique ensuite à chaque transformateur une tension égale à 1,06 fois sa tension assignée sur l'enroulement primaire et on charge le secondaire pour avoir 1,5 fois le courant secondaire de sortie assigné, la charge du secondaire restant constante pendant 5 h ou jusqu'à ce que le transformateur tombe en défaut. Les transformateurs à prises multiples doivent être éprouvés selon les caractéristiques des sorties de tensions maximale et minimale.

c) Si le transformateur ne tombe pas en défaut, la charge doit être ajustée de la même façon jusqu'à ce que le courant primaire atteigne 1,7 fois la valeur assignée de tout élément de protection externe dans le circuit primaire, ou, en l'absence d'un tel élément, le secondaire doit être mis en court-circuit pendant 5 h ou jusqu'au défaut. Les transformateurs à prises multiples doivent être éprouvés avec l'élément de protection pour chaque sortie s'ils ont des caractéristiques assignées différentes.

d) Après les essais décrits ci-dessus, et avant que le transformateur soit refroidi, on répète l'essai a) en appliquant la tension d'essai «après l'essai de surintensité» du tableau 5.

Table 5 - Transformer test voltages

Maximum working voltage of windings V	Test voltage			
	Initially		After overcurrent test	
	R.M.S. A.C. V	D.C. V	R.M.S. A.C. V	D.C. V
50	500	710	175	240
120	1 550	2 190	545	765
150	2 000	2 830	700	990
250	3 500	4 950	1 225	1 730
440	4 200	5 940	1 470	2 080
690	5 000	7 070	1 750	2 475
1 000	5 500	7 780	1 925	2 720

NOTES

1 For windings having working voltages above 50 V and between values specified, the corresponding test voltages may be determined using linear interpolation.

2 "Working voltage" is defined as in IEC 742 from which the test voltages are taken as "the highest r.m.s. voltage which may occur across any insulation system at rated input volts, phase angle and transients being neglected, in no-load conditions or during operation".

The following additional information is given in IEC 742.

When considering the insulation system between windings not intended to be connected together, the working voltage is considered to be the highest voltage occurring on any of these windings.

Attention is drawn to the fact that the working voltage to earth of the input may be different from the apparent value on single-phase systems with no neutral line and on three-phase systems with no earth neutral when star connected, or when delta connection is used. The output voltage of a transformer may be artificially raised with respect to earth by conditions which occur in an appliance or equipment.

b) Each transformer shall then have a voltage equal to 1,06 times its rated supply voltage applied to its primary winding and have its secondary winding loaded to give 1,5 times its rated secondary (output) current with the secondary load remaining constant for 5 h or until the transformer fails. Multi-tap transformers shall be tested at the rating of the maximum and minimum voltage taps.

c) If the transformer does not fail, the load shall be similarly adjusted until the primary current reaches 1,7 times the rated current of any external protection device in the primary circuit, or in the absence of such a protection device the secondary shall be short-circuited for 5 h until the transformer fails. Multi-tap transformers shall be tested with the protection devices for each tap if of a different rating.

d) After the above tests and before the transformer cools, repeat a) but using the "after over-current" test voltage in table 5.

Lorsque cela est exigé, le minimum d'épaisseur du clinquant ou le minimum de diamètre du fil de l'écran doit être conforme au tableau 6. Le clinquant de l'écran doit être muni d'une connexion non sujette à défaut (voir 8.9).

Tableau 6 - Minimum d'épaisseur du clinquant ou du diamètre du fil de l'écran en fonction du calibre du fusible

Calibre du fusible	A	0,1	0,5	1	2	3	5
Minimum d'épaisseur du clinquant de l'écran	mm	0,05	0,05	0,075	0,15	0,25	0,3
Diamètre minimal du fil d'écran	mm	0,2	0,45	0,63	0,9	1,12	1,4

8.2 Transformateurs autres que les transformateurs de réseau

Ces transformateurs peuvent être soit des transformateurs pour convertisseurs, à savoir des appareils délivrant un signal alternatif à partir du continu, soit des transformateurs de couplage tels que ceux qui sont utilisés pour transmettre des signaux et dont le mode de protection dépend.

La construction et les essais de ces transformateurs doivent être basés sur les règles de 8.1 modifiées en fonction de l'application considérée.

8.3 Enroulements d'amortissement

Les enroulements d'amortissement réalisés par des spires en court-circuit pour réduire les effets d'inductance sont considérés comme non sujets à défaut par circuit ouvert si leur construction mécanique est fiable, tels que tubes métalliques sans soudure, enroulements de fil nu entièrement court-circuités par soudure, ou équivalents.

8.4 Résistances de limitation de courant

Les résistances de limitation de courant doivent être considérées comme non sujettes à défaut réduisant la valeur de résistance si elles sont du type à couche ou bobinées avec une protection évitant le déroulement du fil en cas de coupure.

8.5 Bobines de protection

Les bobines de protection doivent être conformes aux règles suivantes:

- Les enroulements ne doivent pas se mettre en court-circuit lorsqu'ils sont soumis à cinq fois la tension assignée. On peut augmenter la tension pour avoir cinq fois la tension assignée en portant la fréquence à cinq fois sa valeur assignée pour éviter un sur-échauffement.
- L'échauffement dans les conditions de fonctionnement normal ne doit pas dépasser les deux tiers de la différence entre la température assignée de l'isolation et 40 °C. Dans les conditions de défaut, les caractéristiques assignées de l'isolation ne doivent pas être dépassées.

Where required the minimum foil thickness or minimum wire diameter of the screen shall be according to table 6. The foil screen shall be provided with an infallible connection (see 8.9).

Table 6 - Minimum foil thickness or minimum wire diameter of the screen in relation to the rated current of the fuse

Fuse rating	A	0,1	0,5	1	2	3	5
Minimum thickness of foil screen	mm	0,05	0,05	0,075	0,15	0,25	0,3
Minimum diameter of the wire of the screen	mm	0,2	0,45	0,63	0,9	1,12	1,4

8.2 Transformers other than mains transformers

These transformers can be either transformers such as those used for inverter supply units, that is units to generate a.c. from d.c., or coupling transformers such as those used in signal circuits upon which the type of protection is dependent.

The construction and testing of these transformers shall be based on the requirements of 8.1 modified according to their application.

8.3 Damping windings

Damping windings used as short-circuited turns to minimize the effects of inductance shall be considered not to be subject to open-circuit faults if they are of reliable mechanical construction, such as seamless metal tubes, windings of bare wire continuously short-circuited by soldering, or the equivalent.

8.4 Current-limiting resistors

Current-limiting resistors shall be considered as not subject to defects that reduce the resistance if they are of the film type or of the wire-wound type with protection to prevent unwinding of the wire in the event of breakage.

8.5 Protective chokes

Protective chokes shall comply with the following requirements:

- Windings shall not short-circuit when subjected to five times rated voltage. The voltage may be raised to five times rated voltage at five times rated frequency to prevent overheating.
- The temperature rise under normal operating conditions shall not exceed two-thirds of the difference between the rated value of temperature for the insulation and 40 °C. Under fault conditions the rating of the insulation shall not be exceeded.

8.6 Ensembles de condensateurs

Les condensateurs doivent être d'un type à haute fiabilité à diélectrique solide. Au moins deux condensateurs semblables doivent être mis en série, soit directement soit indirectement. Les condensateurs électrolytiques ou au tantale ne doivent pas être utilisés.

Chaque condensateur doit être capable de supporter une épreuve diélectrique sous tension alternative de valeur efficace égale à $(1\,000 + 2\,U)$ V, où U est la tension maximale pouvant apparaître aux bornes de l'ensemble.

Lorsque les condensateurs sont reliés entre deux circuits de sécurité intrinsèque distincts ou entre deux parties d'un même circuit de sécurité intrinsèque, et lorsque la tension la plus haute pouvant apparaître entre les deux circuits est inférieure à 90 V, il suffit que chaque condensateur puisse supporter une épreuve diélectrique sous une tension alternative de valeur efficace égale à 500 V.

Un défaut unique (circuit ouvert ou court-circuit) de l'un ou de l'autre condensateur est considéré comme conforme aux règles de 5.1 et 5.2. Dans ces conditions, un coefficient de sécurité de 1,5 doit être appliqué, et la valeur de capacité à utiliser doit être la plus défavorable des deux.

Lorsque de tels composants de sécurité sont doublés pour «ib» ou triplés pour «ia», les règles de l'article 5 peuvent être appliquées sans qu'il soit nécessaire d'utiliser des composants ou des ensembles infaillibles. Par exemple, deux condensateurs en série, de caractéristiques conformes à 7.1 peuvent être employés pour la catégorie «ib» sans qu'il soit nécessaire de satisfaire à l'essai diélectrique défini plus haut pour un ensemble infaillible de condensateurs.

8.7 Composants semi-conducteurs

8.7.1 Composants semi-conducteurs utilisés comme shunts

Des composants semi-conducteurs peuvent être utilisés comme shunts pour limitation de tension, pourvu que les régimes transitoires soient pris en compte.

Les dispositifs à semi-conducteurs utilisés dans ce but doivent être capables de conduire, sans se couper, le courant qui pourrait circuler à leur point d'installation s'ils se mettaient en défaut par court-circuit. Par exemple, une diode Zener ayant un courant assigné direct ou inverse supérieur à ce courant satisfait à cette prescription.

Les composants semi-conducteurs utilisés comme shunts de sécurité doivent être d'un type dont le défaut le plus probable est le court-circuit et doivent être utilisés en ensemble d'au moins deux composants montés en parallèle, qui, dans ces conditions, est considéré comme un ensemble infaillible.

Si le semi-conducteur n'a pas de caractéristiques assignées en courant transitoire, chaque semi-conducteur doit être soumis dans le sens de son utilisation (pour les diodes de Zener, dans le sens Zener) à une série d'impulsions rectangulaires de courant, ou de décharges capacitatives de durée 50 μ s, à la fréquence du secteur, pendant une durée de 5 s. Le courant de crête (ou le courant moyen si l'impulsion n'est pas rectangulaire) est défini par le quotient de la tension U_m par la somme des valeurs (à 20 °C) de toutes les résistances en série, en incluant la résistance du dispositif limiteur de courant. Si le

8.6 Capacitor assemblies

Capacitors shall be of high reliability solid dielectric type. At least two capacitors with similar characteristics shall be connected in series either directly or indirectly. Electrolytic or tantalum capacitors shall not be used.

Each capacitor shall be capable of withstanding an electric strength test using an r.m.s. a.c. test voltage $(1\,000 + 2\,U)$ V, where U is the highest voltage which can appear between the terminals of the assembly.

Where the capacitors are connected between two separate intrinsically-safe circuits or between two parts of the same intrinsically-safe circuit, and where the highest voltage which can appear between the two circuits is less than 90 V, it is sufficient that each capacitor shall be capable of withstanding an electric strength test using an r.m.s. a.c. test voltage of 500 V.

A single failure (open-circuit or short-circuit) of either capacitor is considered to satisfy the requirements of 5.1 and 5.2. In this circumstances a safety factor of 1.5 shall be applied and the capacitance value used shall be the more onerous of the two.

Where such safety components are duplicated for "ib" or triplicated for "ia" the requirements of clause 5 may be applied without the need to use infallible components or assemblies. For example, two series-connected capacitors rated in accordance with 7.1 may be used for "ib" purposes without the need to meet the electric strength test specified above for an infallible assembly of capacitors.

8.7 Semiconductor components

8.7.1 Shunt-connected semiconductor components

Semiconductor components may be used as shunt voltage-limiting devices provided that transient conditions are taken into account.

Semiconductor components used for this purpose shall be capable of carrying, without open circuiting, the current that would flow at their place of installation if they failed in the short-circuit mode. For example, a Zener diode with a forward or reverse current rating greater than this current satisfies this requirement.

Semiconductor components used as safety shunts shall be of a type in which the most probable mode of failure is to short circuit and shall be used in an assembly of at least two components mounted in parallel, that is, two are considered to be an infallible assembly.

If the semiconductor does not have a surge current rating, each semiconductor shall be subjected in the direction of utilization (for Zener diodes, the Zener direction) to a series of rectangular current pulses or capacitive discharges of 50 μ s duration at mains frequency for 5 s. The peak current (or mean current if the pulse is not rectangular) is defined by the division of U_m by the sum of the values (at 20 °C) of any series resistances, including the resistance of current limiting devices. If the semiconductor component has a surge current

composant semi-conducteur a des caractéristiques assignées en courant transitoire, la caractéristique temps-courant du fusible, si on en utilise un, doit être évaluée pour s'assurer que les caractéristiques assignées en courant transitoire ne seront pas dépassées.

Après l'essai, la tension ne doit pas avoir varié de plus de 1 % ou 0,1 V en considérant la plus grande valeur.

Les semi-conducteurs doivent être connectés de telle sorte qu'ils ne puissent se déconnecter (par exemple être montés à proximité du circuit protégé et encapsulés avec lui), ou de façon que la déconnexion de l'un ou l'autre composant du shunt assure la déconnexion simultanée du circuit à protéger.

Les ponts à diodes sont considérés comme des shunts à deux diodes.

8.7.2 Composants semi-conducteurs connectés en série

Pour la catégorie «ia» l'emploi de composants semi-conducteurs réglables (transistors, thyristors, etc.) n'est permis que si les deux circuits d'entrée sont des circuits de sécurité intrinsèque (voir aussi l'article 7). Deux éléments de ce type mis en série sont considérés comme un ensemble infaillible.

8.8 Eléments présentant une isolation galvanique

Les éléments d'isolement autres que les transformateurs, comme les optocoupleurs, relais, etc., peuvent être considérés comme infaillibles s'ils satisfont aux conditions suivantes:

- a) les caractéristiques assignées du dispositif sont conformes à 7.1;
- b) avant l'application de U_m ou de U_i , le dispositif doit supporter sans claquage la tension d'essai initiale du tableau 5 de 8.1;
- c) après l'application de U_m ou de U_i , le dispositif doit supporter la tension d'essai «après l'essai de surintensité» du tableau 5 de 8.1.

Les prescriptions du tableau 4 s'appliquent aux lignes de fuite, distances dans l'air et distances au travers d'un enrobage et d'une isolation solide, sauf dans le cas de la séparation entre des circuits de sécurité intrinsèque différents.

8.9 Câblage

Un câblage, y compris ses connexions, doit être considéré comme infaillible dans les cas suivants.

8.9.1 Conducteurs

- lorsque deux conducteurs sont en parallèle, ou
- lorsqu'un conducteur unique a un diamètre d'au moins 0,5 mm et une longueur libre inférieure à 50 mm ou est maintenu mécaniquement au voisinage de son point de connexion, ou
- lorsqu'un conducteur unique est du type multibrin ou flexible plat, a une section d'au moins 0,125 mm² (0,4 mm de diamètre), n'est pas soumis à des flexions en service et est soit de longueur inférieure à 50 mm soit maintenu au voisinage de son point de connexion.

rating, the opening time-current characteristics of the fuse, if used, shall be assessed to determine that the surge current rating will not be exceeded.

After the end of the tests the voltage shall not have changed by more than 1 % or 0,1 V, whichever is the greater.

The semiconductors shall be connected in such a manner that they are not likely to become disconnected (for example by being mounted close to the circuit that is being protected and encapsulated with it) or so that the disconnection of either of the shunt components ensures that the circuit being protected becomes disconnected at the same time.

Bridge-connected diodes are accepted as duplicated shunt diodes.

8.7.2 *Series-connected semiconductor components*

For category "Ia" the application of controllable semiconductor components (transistors, thyristors, etc) is only permitted if both the input circuits are intrinsically-safe circuits (see also clause 7). Two such devices connected in series are considered as an infallible assembly.

8.8 *Galvanically separating components*

Isolating elements other than transformers, such as optocouplers, relays, etc., may be considered to be infallible components if the following conditions are satisfied:

- a) the rating of the device is according to 7.1;
- b) before application of U_m or U_i the device shall withstand without breakdown the initial test voltage in table 5 in 8.1;
- c) after application of U_m or U_i the device shall withstand the "after over-current" test voltage in table 5 in 8.1.

The requirements of table 4 apply to creepage distances, clearances and distances through casting compound and solid insulation except in the case of separation between different intrinsically-safe circuits.

8.9 *Wiring*

Wiring including its connections shall be considered as infallible in the following cases.

8.9.1 *Wires*

- where two wires are in parallel; or
- where a single wire has a diameter of at least 0,5 mm and has an unsupported length of less than 50 mm or is mechanically secured adjacent to its point of connection; or
- where a single wire is of stranded or flexible, ribbon type construction, has a cross-sectional area of at least 0,125 mm² (0,4 mm diameter), is not flexed in service and is either less than 50 mm long or is secured adjacent to its point of connection.

8.9.2 Pistes de cartes imprimées

- lorsque deux pistes sont en parallèle, ou
- lorsqu'une piste unique a une largeur d'au moins 2 mm ou de 1 % de sa longueur, la plus forte valeur étant à considérer.

8.9.3 Connexions

- lorsqu'il y a deux connexions en parallèle, ou
- lorsqu'il y a une seule connexion soudée où le conducteur passe à travers la carte (y compris à travers un trou non métallisé) et est soit recourbé avant soudure soit, s'il ne l'est pas, soudé automatiquement, ou
- lorsqu'il y a une seule connexion équipée d'un dispositif de blocage nécessitant l'emploi d'un outil spécial pour son déblocage.

9 Epreuves de type

9.1 Essai à l'éclateur

Tous les circuits nécessitant un essai à l'éclateur doivent être éprouvés pour montrer qu'ils ne sont pas capables de provoquer une inflammation dans les conditions de l'article 5 pour la catégorie appropriée de matériel et le ou les groupe(s) spécifiés(s) dans l'article 4.

Les conditions normales et de défaut doivent être simulées durant les essais. Les coefficients de sécurité doivent être pris en compte comme décrit en 9.1.5. L'éclateur décrit en 9.1.1 doit être inséré dans le circuit en essai en tout point où l'on estime qu'une interruption, un court-circuit ou un défaut à la terre peut se produire, compte tenu des prescriptions de la présente norme. L'éclateur doit fonctionner dans une enceinte remplie avec le mélange le plus inflammable du gaz d'essai et d'air dans les limites spécifiées en 9.1.2, telles que déterminées par étalonnage selon 9.1.3.

Un circuit peut être dispensé d'un essai de type à l'éclateur si sa structure et ses paramètres électriques sont assez bien définis pour que l'on puisse déduire son caractère de sécurité d'après les courbes de référence, figures 2 à 7, par la méthode décrite en annexe C.

9.1.1 Eclateur

L'éclateur doit être celui qui est décrit dans la CEI 79-3 chaque fois qu'il est applicable. Dans les cas où, comme indiqué dans la CEI 79-3, cet appareil ne convient pas, il ne doit pas être employé, mais un autre appareil d'essai sera utilisé et identifié dans le compte rendu de l'essai.

L'emploi de l'éclateur pour produire des courts-circuits, des interruptions et des défauts à la terre doit être un essai de fonctionnement normal

- aux organes de raccordement;
- aux connexions internes ou aux bornes de lignes de fuite internes, distances dans l'air, au travers d'un compound moulé ou d'un isolant solide.

L'éclateur ne doit pas être utilisé aux bornes de: connexions, lignes de fuite, distances dans l'air, distances au travers d'un compound moulé et distances au travers d'un isolant solide infaillibles.

8.9.2 Printed board tracks

- where two tracks are in parallel, or
- where a single track is at least 2 mm wide or has a width of 1 % of its length whichever is greater.

8.9.3 Connections

- where there are two connections in parallel; or
- where there is a single soldered joint in which the wire passes through the board (including through unplated holes) and is either bent over before soldering or, if not bent over, machine soldered; or
- where there is a single connection fitted with a locking device requiring the use of a special tool for its release.

9 Type tests

9.1 Spark ignition test

All circuits requiring spark ignition testing shall be tested to show that they are incapable of causing ignition under the conditions specified in clause 5 for the appropriate category of apparatus and for the appropriate group or groups specified in clause 4.

Normal and fault conditions shall be simulated during the tests. Safety factors shall be taken into account as described in 9.1.5. The spark-test apparatus as described in 9.1.1 shall be inserted in the circuit under test at each point where it is considered that an interruption, short-circuit, or earth fault may occur, taking into account the requirements of this standard. The spark-test apparatus shall be operated in a chamber filled with the most readily ignited mixture of the test gas with air within the limits specified in 9.1.2 as determined by calibration in accordance with 9.1.3.

A circuit may be exempted from a type test with the spark-test apparatus if its structure and its electrical parameters are sufficiently well defined for its safety to be deduced from the reference curves, figures 2 to 7, by the method described in annex C.

9.1.1 Spark-test apparatus

The spark-test apparatus shall be that described in IEC 79-3 whenever it is applicable. In circumstances, as indicated in IEC 79-3, when this apparatus is not suitable it shall not be used but suitable alternative test apparatus shall be used and identified in the report of the test.

The use of the spark-test apparatus to produce short circuits, interruptions and earth faults shall be a test of normal operation

- at connection facilities;
- in internal connections or across internal creepage distances, clearances, casting compound and solid insulation.

The spark-test apparatus shall not be used across infallible connections, creepage distances, clearances, distances through casting compound and distances through solid insulation.

9.1.2 Mélanges explosifs d'essai

Les mélanges explosifs d'essai suivants doivent être utilisés, selon le groupe déclaré du matériel en essai.

- Groupe I: 8,3 ± 0,3 % de méthane dans l'air
- Groupe IIA: 5,25 ± 0,25 % de propane dans l'air
- Groupe IIB: 7,8 ± 0,5 % d'éthylène dans l'air
- Groupe IIC: 21,0 ± 2 % d'hydrogène dans l'air

Dans des cas spéciaux, le matériel qui doit être essayé et marqué pour l'utilisation dans un gaz ou une vapeur particulière doit être essayé en présence du mélange le plus facilement inflammable de ce gaz ou de cette vapeur avec l'air.

NOTE - La pureté des gaz et vapeurs commercialement disponibles est en général suffisante pour ces essais, mais il convient de ne pas utiliser ceux dont la pureté est inférieure à 95 %. Les effets de variations normales de la température du laboratoire et de la pression atmosphérique ainsi que ceux de l'humidité de l'air du mélange gazeux paraissent négligeables. Tout effet notable de ces variations apparaîtra au cours de l'étalonnage de routine de l'éclateur.

9.1.3 Etalonnage de l'éclateur

La sensibilité de l'éclateur doit être vérifiée avant chaque série d'essais menée conformément à 9.1.4. A cette fin, l'éclateur doit être mis en service dans un circuit alimenté sous une tension continue de 24 V dans lequel est insérée une inductance à air de 0,095 H. Le courant doit être celui qui est indiqué dans le tableau 7 pour le groupe approprié.

Tableau 7 - Courant dans le circuit d'étalonnage

Groupe	Courant
I	110 mA
IIA	100 mA
IIB	65 mA
IIC	30 mA

L'éclateur doit fonctionner durant 400 tours du porte-fil de tungstène, avec ce dernier relié au pôle positif de la source, et est considéré comme satisfaisant s'il se produit au moins une inflammation du mélange explosif d'essai.

9.1.4 Procédure d'essai

Après étalonnage, l'éclateur doit être inséré dans chaque circuit nécessitant un essai selon l'article 5 (voir annexe C pour les instructions complémentaires).

En plus des conditions décrites dans l'article 5, lorsque l'appareil est relié au réseau, la tension d'entrée doit être augmentée à 110 % de la tension nominale de la ligne.

Chaque circuit doit être éprouvé pour le nombre suivant de tours du support de fils de l'éclateur:

- a) pour les circuits à courant continu - au moins 400 tours (5 min), 200 tours pour chaque polarité;

9.1.2 Explosive test mixtures

The following explosive test mixtures shall be used, according to the stated group of the apparatus which is being tested.

- Group I: 8,3 ± 0,3 % methane in air
- Group IIA: 5,25 ± 0,25 % propane in air
- Group IIB: 7,8 ± 0,5 % ethylene in air
- Group IIC: 21,0 ± 2 % hydrogen in air

In special cases, apparatus which is to be tested and marked for use in a particular gas or vapour shall be tested in the most easily ignited concentration of that gas or vapour in air.

NOTE - The purity of commercially available gases and vapours is normally adequate for these tests, but those of purity less than 95 % should not be used. The effect of normal variations in laboratory temperature and air pressure and of the humidity of the air in the explosive test mixture is also likely to be small. Any significant effects of these variations will become apparent during the routine calibration of the spark-test apparatus.

9.1.3 Calibration of spark-test apparatus

The sensitivity of the spark-test apparatus shall be checked before commencement of each test series carried out in accordance with 9.1.4. For this purpose, the test apparatus shall be operated in a 24 V d.c. circuit containing a 0,095 H air-cored coil. The current in this circuit shall be set at the value given in table 7 for the appropriate group.

Table 7 - Current in calibration circuit

Group	Current
I	110 mA
IIA	100 mA
IIB	65 mA
IIC	30 mA

The spark-test apparatus shall be run for 400 revolutions of the contact holder, with the wire holder at positive polarity, and shall be considered to be satisfactory if at least one ignition of the explosive test mixture occurs.

9.1.4 Test procedure

After calibration, the spark-test apparatus shall be inserted in each circuit requiring test as determined in accordance with clause 5. (See annex C for additional guidance.)

In addition to the conditions described in clause 5, for mains connected apparatus the input voltage shall be increased to 110 % of the nominal line voltage.

Each circuit shall be tested for the following number of revolutions of the wire holder in the spark-test apparatus:

- a) for d.c. circuits - not less than 400 revolutions (5 min), 200 revolutions at each polarity;

- b) pour les circuits à courant alternatif - au moins 1 000 tours (12,5 min);
- c) pour les circuits capacitifs - prendre garde que la capacité ait un temps de rechange suffisant (au moins trois fois la constante de temps).

Après chaque essai selon a) ou b), l'étalonnage de l'éclateur doit être repris. Si l'étalonnage ne satisfait pas aux exigences de 9.1.3, l'essai à l'éclateur du circuit en évaluation doit être considéré comme nul.

9.1.5 Coefficients de sécurité (voir 5.1 et 5.2)

Le coefficient de sécurité de 1,5 est obtenu en augmentant la tension du secteur à 110 % de sa valeur assignée, en réglant les autres tensions (accumulateurs, alimentations et limiteurs de tension) à la valeur maximale en tenant compte des effets de la température et des tolérances, puis:

- pour les circuits inductifs et résistifs, en augmentant le courant à 1,5 fois le courant de défaut en diminuant la valeur de la résistance de limitation. Si le facteur de 1,5 ne peut être atteint, augmenter la tension;
- pour les circuits capacitifs, en augmentant la tension pour obtenir 1,5 fois la tension de défaut.

Lorsque l'on utilise les courbes des figures 2 à 7 pour l'évaluation, la même méthode sera utilisée en principe sans coefficient additionnel.

Une autre manière d'obtenir le coefficient de sécurité est d'utiliser des mélanges explosifs d'essai plus inflammables; par exemple, pour un coefficient de sécurité de 1,5, en appliquant le tableau 8.

La conformité à la norme est obtenue en satisfaisant aux exigences de l'un ou de l'autre des essais.

Tableau 8 - Compositions des mélanges explosifs d'essai équivalentes à un coefficient de sécurité de 1,5

Groupes de gaz	Composition des mélanges explosifs d'essai (% en volume)				
	Mélange oxygène-hydrogène-air			Mélange oxygène-hydrogène	
	hydrogène	air	oxygène	hydrogène	oxygène
I	52	48	—	85	15
IIA	48	52	—	81	19
IIB	38	62	—	75	25
IIC	30	53	17	60	40
NOTES 1 La tolérance pour les valeurs du tableau est de ± 2 %. 2 Pour l'étalonnage de l'éclateur les valeurs des courants peuvent être réduites aux deux tiers de celles qui sont données dans le tableau 7.					

- b) for a.c. circuits - not less than 1 000 revolutions (12,5 min);
- c) for capacitive circuits - care must be taken to ensure that the capacitor has sufficient time to recharge (at least three time constant).

After each test according to a) or b), calibration of the spark-test apparatus shall be repeated. If the calibration does not satisfy the requirements of 9.1.3, the ignition test on the circuit under investigation shall be considered invalid.

9.1.5 Safety factors (see 5.1 and 5.2)

The safety factor of 1,5 shall be obtained by increasing mains voltage to 110 % of the nominal value, setting other voltages (batteries, power supplies and voltage limiting devices) at maximum value taking into consideration the effects of temperature and tolerances, then:

- for inductive and resistive circuits, increasing the current to 1,5 times fault current by decreasing the values of limiting resistance. If the 1,5 factor cannot be obtained, further increase the voltage;
- for capacitive circuits, increasing the voltage to obtain 1,5 times fault voltage.

When using the curves in figures 2 to 7 for assessment, the same method shall be used in principle without any additional factors.

Alternatively the safety factor may be achieved by using more easily ignited explosive test mixtures, for example, for a safety factor of 1,5 table 8 applies.

Compliance with the standard is obtained by satisfying the requirements of either test.

Table 8 - Compositions of explosive test mixtures
equivalent to 1,5 safety factor

Gas group	Compositions of explosive test mixtures (% volumetric)				
	Oxygen-hydrogen-air mixture			Oxygen-hydrogen mixture	
	hydrogen	air	oxygen	hydrogen	oxygen
I	52	48	—	85	15
IIA	48	52	—	81	19
IIB	38	62	—	75	25
IIC	30	53	17	60	40
NOTES					
1 The tolerance on the values in the table is ± 2 %.					
2 For the calibration of spark-test apparatus the currents should be reduced to two-thirds of the values given in table 7.					

9.2 Essais en température (voir aussi 9.5)

Toutes les données relatives à la température se réfèrent à une température ambiante de 40 °C. Les essais ayant pour base une température ambiante de 40 °C peuvent être exécutés à toute température ambiante comprise entre 20 °C et 40 °C. La différence entre la température ambiante à laquelle l'essai a été effectué et 40 °C doit alors être ajoutée à la température mesurée. Si l'échauffement est mesuré à 40 °C, cette valeur sera utilisée pour déterminer le classement en température.

Par exception, les températures du matériel associé (par exemple les transformateurs de protection) doivent se référer soit à une température ambiante de 20 °C, soit à la température ambiante maximale assignée de l'équipement, en prenant la plus grande de ces deux valeurs.

La température peut être mesurée par tout moyen convenable, mais l'élément de mesure ne doit pas provoquer un abaissement notable de la température mesurée.

Par exception, la température des enroulements peut être déterminée en mesurant les résistances à chaud et à froid, et en calculant l'échauffement selon la formule ci-après, ceci après qu'une température constante ou que la température maximale a été atteinte, selon le cas qui se présente en premier.

La formule pour calculer l'échauffement de l'enroulement d'un transformateur de protection par la méthode de la mesure de la résistance est la suivante (les enroulements sont à la température ambiante au début de l'essai):

$$t = \frac{R}{r} (k + t_1) - (k + t_2)$$

où:

- t est l'échauffement (K);
- r est la résistance du bobinage au début de l'essai (Ω);
- R est la résistance du bobinage à la fin de l'essai (Ω);
- t_1 est la température de la pièce (°C) au début de l'essai;
- t_2 est la température de la pièce (°C) à la fin de l'essai;
- k a pour valeur 234,5 pour le cuivre.

9.3 Méthodes d'essais diélectriques

Lorsqu'un essai diélectrique est prescrit par cette norme, la méthode employée doit être en conformité avec la norme CEI correspondante, par exemple comme prescrit dans la CEI 348.

Lorsqu'une telle norme n'existe pas, la méthode d'essai suivante doit être employée.

L'essai doit être effectué sous une tension alternative sensiblement sinusoïdale et de fréquence comprise entre 48 Hz et 62 Hz. L'essai peut aussi être exécuté avec une tension continue ne présentant pas plus de 3 % d'ondulation crête à crête, le niveau étant de 1,4 fois la tension alternative prescrite.

La source doit avoir une puissance suffisante pour maintenir la tension en considérant tout courant de fuite pouvant se produire.

9.2 Temperature test methods (see also 9.5)

All temperature data shall be referred to a reference ambient temperature of 40 °C. Tests to be based on an ambient temperature of 40 °C may be conducted at any ambient temperature between 20 °C and 40 °C. The difference between the ambient temperature at which the test was conducted and 40 °C shall then be added to the temperature measured. If the temperature rise is measured at 40 °C, that value shall be used in determining the temperature classification.

As an exception, temperatures on associated apparatus (for example protective transformers) shall be referred to an ambient temperature of 20 °C or the maximum ambient temperature for which the equipment is rated whichever is higher.

Temperatures shall be measured by any convenient means but the measuring element shall not substantially lower the measured temperature.

As an exception, winding temperatures may be determined by measuring hot and cold resistances and calculating temperature rise from the formula given below after a constant temperature or the maximum temperature has been attained, whichever occurs first.

The formula for obtaining the temperature rise of a protective transformer winding by the resistance method is as follows (windings are to be at ambient temperature at the start of the test): :

$$t = \frac{R}{r} (k + t_1) - (k + t_2)$$

where:

- t is the temperature rise (K);
- r is the resistance of the coil at the beginning of the test (Ω);
- R is the resistance of the coil at the end of the test (Ω);
- t_1 is the room temperature (°C) at the beginning of the test;
- t_2 is the room temperature (°C) at the end of the test;
- k has the value of 234,5 for copper.

9.3 Voltage test methods

When a voltage test is described by this standard, the method shall be in accordance with the appropriate IEC standard, for example, as prescribed in IEC 348.

Where there is no such standard, the following test method shall be used.

The test shall be made with an alternating voltage of substantially sinusoidal wave form at a power frequency between 48 Hz and 62 Hz. Alternatively, the test may be made with a d.c. voltage having no more than 3 % peak-to-peak ripple at a level 1,4 times the specified a.c. voltage.

The supply shall have sufficient volt-ampere capacity to maintain the test voltage, taking into account any leakage current which may occur.

La tension doit être augmentée régulièrement jusqu'à la valeur spécifiée en un temps d'au moins 10 s et ensuite maintenue pendant au moins 60 s.

Les résultats sont acceptables si aucun claquage de l'isolation n'a lieu entre les points en essai, à savoir lorsque la tension appliquée reste constante durant l'essai.

9.4 Essai de chute

L'essai de chute doit être effectué conformément à 22.4.3.2 de la CEI 79-0. L'essai doit être effectué uniquement à la température ambiante de la pièce.

9.5 Essai d'inflammation pour les petits composants

Les petits composants dont la température dépasse la température de marquage du matériel ne doivent pas provoquer l'inflammation du mélange inflammable utilisé lorsqu'ils sont essayés comme indiqué ci-après.

9.5.1 Le mélange inflammable utilisé doit être, pour T4, de l'éther éthylique.

9.5.2 L'essai doit être exécuté dans les conditions de défaut produisant la plus forte température de surface du composant.

9.5.3 Le composant peut être placé dans le matériel à son point d'utilisation. Le mélange inflammable doit être introduit à l'intérieur de l'enveloppe du matériel, de façon qu'il soit certain que ce mélange est bien en contact avec la surface du composant en essai. Si cela n'est pas possible, on simulera des conditions d'essai conduisant à des résultats représentatifs, en prenant en considération les parties du matériel contiguës au composant en essai, qui pourraient modifier la température du mélange et son déplacement, suite à une ventilation ou des effets thermiques.

9.5.4 L'essai doit également être effectué en fonctionnement normal ou dans les conditions de défaut dégageant le maximum d'énergie calorifique toutes les fois que de telles conditions engendrent une température maximale de surface d'un composant à la fois supérieure à la classe de température du matériel et inférieure à celle obtenue en 9.5.2, à savoir la température de plus d'un composant, qui dépasse la classe de température du matériel.

9.5.5 Les essais doivent être prolongés jusqu'à ce que soit atteint l'équilibre thermique du composant en essai et des parties environnantes ou jusqu'à ce que la température du composant soumis à l'essai chute à la valeur de température égale à celle du marquage par suite d'un défaut du composant, selon ce qui se produit en premier. Si un défaut du composant termine l'essai, cinq autres échantillons doivent être examinés pour s'assurer qu'il n'y a pas d'inflammation. Si aucune inflammation n'a lieu, le mélange doit être enflammé par d'autres moyens pour s'assurer de la présence d'un mélange inflammable.

9.5.6 En variante à la méthode de 9.5.3, le composant peut être essayé dans un mélange pour déterminer à quelle température l'inflammation a lieu. La température du composant dans ce matériel en évaluation peut ensuite être déterminée.

The voltage shall be increased steadily to the specified value in a period of not less than 10 s and then maintained for at least 60 s.

Test results are acceptable if there is no breakdown of the insulation between the test points, that is when the applied voltage remains constant during the test.

9.4 Drop test

A drop test shall be conducted in accordance with 22.4.3.2 of IEC 79-0. The test shall be conducted at room ambient temperature only.

9.5 Small component ignition test

Small components which exceed the temperature class of the apparatus shall not cause ignition of the flammable mixture used when tested as described below.

9.5.1 The flammable mixture used shall be, for T4, diethyl ether.

9.5.2 The test shall be conducted under the fault condition which produces the highest value of maximum surface temperature on the component.

9.5.3 The component may be mounted in the apparatus as intended. The flammable mixture shall be introduced into the apparatus enclosure so as to ensure contact between the mixture and the surface of the component being tested. If this is impractical, such a condition shall be simulated so as to ensure representative test results, taking into consideration other parts of the apparatus in the vicinity of the component being tested which could affect the temperature of the mixture and the flow of the mixture around the component as a result of ventilation and thermal effects.

9.5.4 The test shall also be conducted under the normal or fault condition which produces the maximum release of thermal energy whenever such a condition produces a maximum surface temperature of a component that both exceeds the temperature class of the apparatus and is lower than that produced in 9.5.2, that is the temperature of more than one component that exceeds the temperature classification of the apparatus.

9.5.5 The tests continue until thermal equilibrium of the component under test and the surrounding parts is attained or until the temperature of the component under test drops to a value equal to the marked operating temperature as a result of failure of the component, whichever occurs first. If failure of the component terminates the test, five additional samples shall be tested to ensure that ignition will not occur. If no ignition occurs, the mixture shall be ignited by other means to verify the presence of a flammable mixture.

9.5.6 As an alternative to the method of 9.5.3 the component may be tested in the mixture to determine the temperature at which ignition occurs. The temperature of the component in the apparatus being assessed may then be determined.

9.6 Essais mécaniques

9.6.1 Cloisons

Celles-ci doivent pouvoir supporter une force de 30 N appliquée à partir d'une tige ronde d'un diamètre de 6 mm. La force doit être appliquée approximativement au centre de la cloison pendant au moins 10 s. Il ne doit pas se produire de déformation de la cloison pouvant altérer sa fonction.

9.6.2 Compound moulé

L'essai mécanique décrit en 9.6.1 doit être appliqué perpendiculairement à la surface du compound moulé et il ne doit y avoir ni détérioration ni déplacement du compound moulé (des déplacements de moins de 1 mm sont négligés).

Le compound moulé doit aussi être soumis à une épreuve de choc de 2 J appliquée comme spécifié en 22.4.3.1 de la CEI 79-0.

Le compound moulé peut se déplacer transitoirement pendant cette épreuve, mais ne doit pas être déformé ni détérioré de façon permanente.

NOTE - L'objet de cette épreuve est de s'assurer que la rigidité du compound moulé n'est pas telle qu'il en soit cassant.

De légères craquelures du compound moulé ne sont pas à prendre en compte.

10 Marquage et informations

NOTE - Des considérations pratiques peuvent restreindre ou empêcher l'emploi de caractères italiques ou d'indices, et une représentation simplifiée peut être utilisée, par exemple U_o à la place de U_o .

10.1 Le marquage doit inclure les points 1 à 7 de 25.2 de la CEI 79-0. De plus, le marquage doit comprendre:

- l'identification des documents définitifs (par exemple le numéro des plans d'une installation);
- le signe X si cela est nécessaire pour indiquer des conditions spéciales d'installation ou d'emploi.

10.2 Le constructeur doit fournir les informations suivantes:

- paramètres électriques
pour les générateurs - U_o , I_o , P_o et, si cela est nécessaire, C_o , L_o et le rapport L/R admissible
pour les récepteurs - U_i , I_i , P_i , C_i , L_i et le rapport L/R admissible;
- toutes règles spéciales pour l'installation et l'utilisation;

9.6 Mechanical tests

9.6.1 Partitions

These shall withstand a force of 30 N applied by a 6 mm diameter solid test rod. The force shall be applied to the approximate centre of the partition for at least 10 s. There shall be no deformation of the partition that would defeat its purpose.

9.6.2 Casting compound

The mechanical test specified in 9.6.1 shall be applied perpendicularly to the surface of the casting compound and there shall be no damage to or movement of the casting compound (movements of less than 1 mm being ignored).

The casting compound shall also be subjected to an impact test of 2 J applied as specified in 22.4.3.1 of IEC 79-0.

The casting compound may transiently move during this test but shall not permanently deform or be damaged.

NOTE - The intent of this test is to ensure that the rigidity of the casting compound is not such as to make it brittle.

Small cracks in the casting compound shall be ignored.

10 Marking and information

NOTE - Practical considerations may restrict or preclude the use of italic characters or of subscripts and a simplified presentation may be used, for example U_o rather than U_o .

10.1 Marking shall include items 1 to 7 of 25.2 of IEC 79-0. In addition, the marking shall include:

- identification of definitive documents (for example an installation drawing number);
- the sign X if necessary to indicate special conditions of installation or use.

10.2 The manufacturer shall provide the following information:

- electrical parameters
for power sources - U_o , I_o , P_o and, if applicable, C_o , L_o and the permissible L/R ratio
for power receivers - U_i , I_i , P_i , C_i , L_i and the L/R ratio;
- any special requirements for installation and use;

c) les valeurs maximales de tension U_m , qui peuvent être appliquées aux bornes non de sécurité intrinsèque du matériel associé, et toutes les conditions spéciales qui sont présumées lors de la détermination du mode de protection, par exemple que la tension est appliquée à partir d'un transformateur d'isolement ou par l'intermédiaire d'une barrière de sécurité.

NOTE - La tension maximale admissible du circuit et la tension maximale d'isolement d'un optocoupleur (toutes deux U_m , voir 3.18) seront marquées l'une et l'autre.

10.3 Marquage minimal

Le marquage minimal, lorsqu'une limitation physique empêche de donner les informations requises en 10.1, est constitué des points 1 et 3 du 25.2 de la CEI 79-0 avec, en plus, les points a) et b) de 10.1 ci-dessus.

10.4 Autres marquages

Les bornes, boîtes à bornes, prises de courant des circuits de sécurité intrinsèque doivent être clairement marquées et clairement identifiables. Lorsque l'on utilise une couleur pour ce faire, ce doit être la couleur bleu-clair.

Lorsque cela est possible et utile, recourir à des avertissements pour augmenter la sécurité d'emploi du matériel; voir, par exemple, 7.2 pour les fusibles ou le point c) du 7.4.6 pour les accumulateurs.

10.5 Systèmes de sécurité intrinsèque

Sur ou à côté du principal élément de matériel du système ou à la séparation d'avec l'atmosphère explosible, apposer une étiquette ou un panneau contenant le marquage et les informations requises en 10.1 et 10.2, précédées par «SYST».

c) the maximum values of voltage, U_m , which may be applied to non-intrinsically-safe terminals of associated apparatus, and any special conditions which are assumed in determining the type of protection, for example that the voltage is to be supplied from a protective transformer or through a safety barrier.

NOTE - The maximum permissible voltage of the circuitry and the maximum separation voltage of an opto-coupler (both U_m , see 3.18) should both be marked.

10.3 Minimum marking

The minimum marking, when physical limitations preclude the giving of the information required by 10.1, is items 1 and 3 of 25.2 of IEC 79-0 plus items a) and b) of 10.1 above.

10.3 Other markings

Terminals, terminal boxes, plugs and sockets of intrinsically-safe circuits shall be clearly marked and shall be clearly distinguishable. Where a colour is used for this purpose, it shall be light blue.

When applicable and functional, use warnings to increase the safe use of the equipment, see for instance 7.2 for uses or item c) of 7.4.6 for batteries.

10.5 Intrinsically-safe systems

Either on or adjacent to the principal item of apparatus in the system or at the explosive atmosphere interface or tag containing the marking and information required by 10.1 and 10.2 prefixed by "SYST".

Annexe A

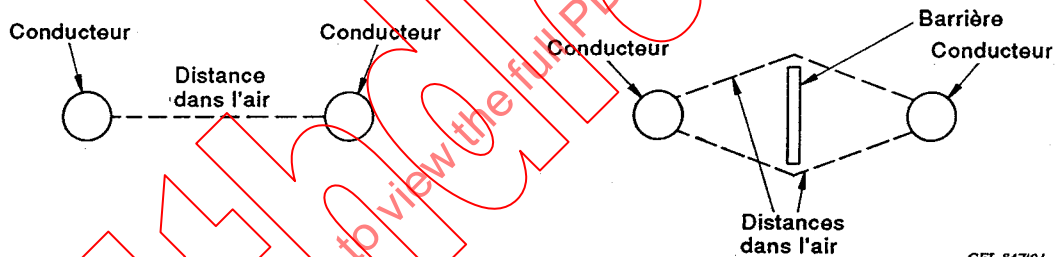
Mesure des lignes de fuite, distances dans l'air et distances au travers d'un compound moulé ou d'un isolant solide

A.1 Distances dans l'air et distances au travers d'un compound moulé ou d'un isolant solide

Les méthodes décrites en A.1.1 et A.2.1 conviennent pour les tensions comprises dans le domaine du tableau 4.

A.1.1 Méthode de mesure

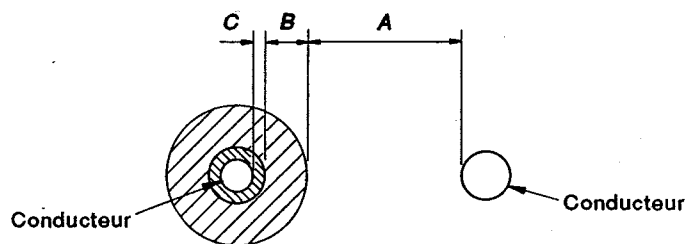
La distance dans l'air est considérée comme la plus courte distance dans l'air entre deux parties conductrices, et lorsqu'il y a une partie isolante, par exemple une barrière, entre les parties conductrices, la distance est mesurée le long du chemin que suivrait un fil tendu, comme indiqué dans les schémas suivants.



CEI 847/91

Lorsque la distance entre les parties conductrices est moitié distance dans l'air et moitié distance au travers d'un enrobage et/ou d'un isolant solide, la distance dans l'air équivalente ou la distance au travers d'un enrobage équivalente est calculée de la façon suivante. La valeur peut alors être comparée avec la valeur de la ligne correspondante du tableau 4.

Soit A la distance dans l'air, B la distance au travers du compound moulé et C la distance au travers de l'isolant.



CEI 848/91

Si A est plus petit que la valeur applicable du tableau 4, un des tableaux suivants peut être utilisé.

Annex A

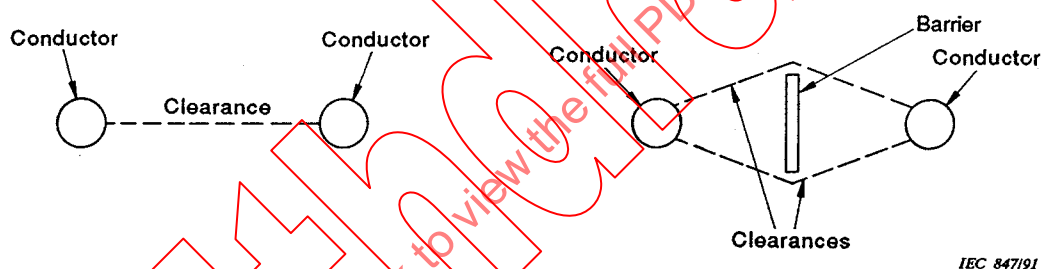
Measurement of creepage distances, clearances and distances through casting compound and through solid insulation

A.1 Clearances and distances through casting compound and through solid insulation

The methods in A.1.1 and A.2.1 are valid for voltages within the scope of table 4.

A.1.1 Method of measurement

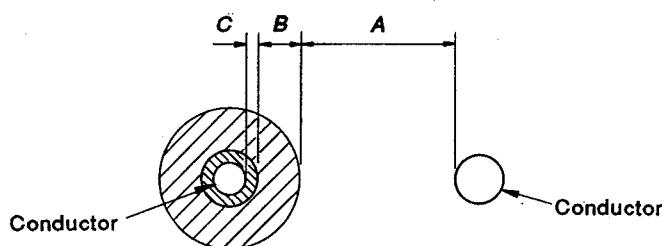
The clearance is taken as the shortest distance in air between two conductive parts and, where there is an insulating part, for example a barrier, between the conductive parts, the distance is measured along the path which will be taken by a stretched piece of string as can be seen in the sketches which follow.



IEC 847/91

Where the distances between the conductive parts is partly clearance and partly distance through casting compound and/or solid insulation, the equivalent clearance or distance through casting compound can be calculated in the following manner. The value can then be compared with the value in the relevant line of table 4.

Let A be the clearance, B the distance through casting compound, and C the distance through solid insulation.



IEC 848/91

If A is less than the applicable value of table 4 one of the following tables can be used.

Les résultats de ces calculs sont à ajouter et à comparer à la valeur correspondante du tableau 4.

Pour la ligne 5 du tableau 4, multiplier les valeurs mesurées par les coefficients suivants:

Différence de tension	$U < 10 \text{ V}$	$10 \text{ V} \leq U \leq 30 \text{ V}$	$U > 30 \text{ V}$
A	1	1	1
B	3	3	3
C	3	4	6

Pour la ligne 6 du tableau 4, multiplier les valeurs mesurées par les coefficients suivants:

Différence de tension	$U < 10 \text{ V}$	$10 \text{ V} \leq U \leq 30 \text{ V}$	$U > 30 \text{ V}$
A	0,33	0,33	0,33
B	1	1	1
C	1	1,33	2

Pour la ligne 7 du tableau 4, multiplier les valeurs mesurées par les coefficients suivants:

Différence de tension	$U < 10 \text{ V}$	$10 \text{ V} \leq U \leq 30 \text{ V}$	$U > 30 \text{ V}$
A	0,33	0,33	0,33
B	1	0,75	0,55
C	1	1	1

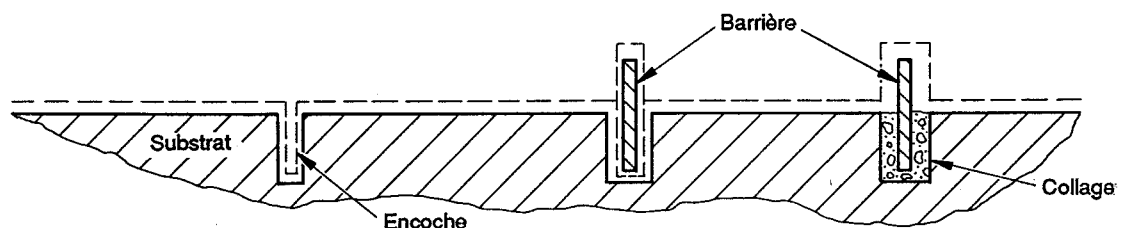
A.1.2 Tensions à considérer

Les valeurs de tension à considérer sont les valeurs maximales pouvant apparaître dans les conditions spécifiées à l'article 5, mais toute tension extérieure sera considérée comme ayant la valeur U_m assignée aux raccordements correspondants. La rédaction de 6.4 admet que les documents descriptifs contiennent une prescription exigeant que tout appareillage relié au secteur et non identifié ne présente pas, dans un circuit secondaire, une tension supérieure à U_m et que les circuits secondaires soient isolés galvaniquement des circuits primaires par un transformateur à deux enroulements ou un équivalent.

A.2 Lignes de fuite

A.2.1 Méthode de mesure

Les lignes de fuite doivent être mesurées le long de la surface de l'isolation et sont, de ce fait, mesurées comme indiqué par le schéma ci-dessous.



The results of these calculations should be added and compared with the appropriate value in table 4.

To use line 5 of table 4, multiply the measured values by the following factors: :

Voltage differences	$U < 10 \text{ V}$	$10 \text{ V} \leq U \leq 30 \text{ V}$	$U > 30 \text{ V}$
A	1	1	1
B	3	3	3
C	3	4	6

To use line 6 of table 4, multiply the measured values by the following factors:

Voltage differences	$U < 10 \text{ V}$	$10 \text{ V} \leq U \leq 30 \text{ V}$	$U > 30 \text{ V}$
A	0,33	0,33	0,33
B	1	1	1
C	1	1,33	2

To use line 7 of table 4, multiply the measured values by the following factors:

Voltage differences	$U < 10 \text{ V}$	$10 \text{ V} \leq U \leq 30 \text{ V}$	$U > 30 \text{ V}$
A	0,33	0,33	0,33
B	1	0,75	0,55
C	1	1	1

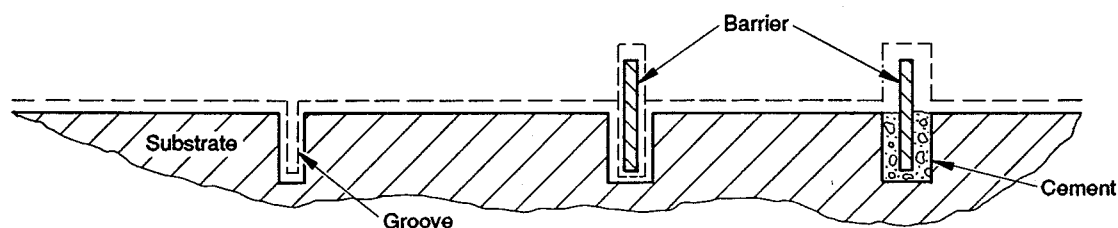
A.1.2 Voltages to be used

The value of voltage to be used will be the maximum which can occur in the condition specified in clause 5 but any external voltage will be assumed to have the value U_m declared for the connection facilities through which it enters. When writing 6.4, it was assumed that the documentation would include a requirement that mains-connected unspecified apparatus would contain no voltage in a secondary circuit higher than U_m and that secondary circuits would be galvanically isolated from primary circuits by a double-wound transformer or equivalent.

A.2 Creepage distances

A.2.1 Method of measurement

Creepage distances have to be measured along the surface of insulation and therefore are measured as shown in the following sketch.

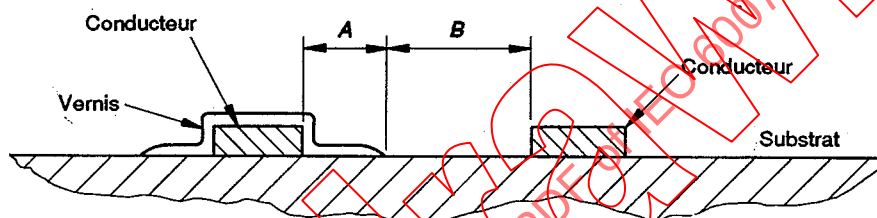


Les points suivants illustrés par le schéma devront être pris en compte:

- a) la ligne de fuite est mesurée en suivant toute encoche délibérée;
- b) lorsqu'une cloison ou une barrière conforme à 6.4.1 est insérée mais non collée, la ligne de fuite est mesurée au-dessus ou au-dessous de la cloison selon ce qui conduit à la plus faible valeur;
- c) si la cloison décrite en b) est collée, la ligne de fuite est toujours mesurée au-dessus de la cloison.

Lorsque du vernis est utilisé pour diminuer les lignes de fuite prescrites, et qu'une partie seulement des lignes de fuite est vernie comme le montre le dessin suivant, la distance totale effective est comparée aux lignes 2 ou 3 du tableau 4 en effectuant le calcul suivant.

Pour comparer à la ligne 2 du tableau 4, multiplier B par 1 et A par 3. Pour comparer à la ligne 3 du tableau 4, multiplier B par 0,33 et A par 1. Additionner les résultats.



CEI 850/91

NOTE - Le vernis peut couvrir ou ne pas couvrir le conducteur.

A.2.2 Tensions à considérer

Les valeurs des lignes de fuite données dans la CEI 664A ont pour fondement l'idée que le cheminement est un phénomène relativement lent et que les phénomènes transitoires n'ont pas un effet significatif. Pour cette raison, la tension à considérer lorsque l'on se réfère au tableau 4 pour les lignes de fuite doit être soit la valeur maximale de tension continue ou la valeur efficace de la tension qui peut être présente entre les conducteurs lorsque l'article 5 a été appliqué. Les tensions transitoires telles qu'elles peuvent être présentes avant qu'un dispositif de protection, par exemple un fusible, ouvre le circuit, n'ont pas à être considérées lorsque l'on évalue les lignes de fuite; cependant, elles seront considérées lors de l'évaluation des distances dans l'air.

A.3 Interpolation du tableau 4

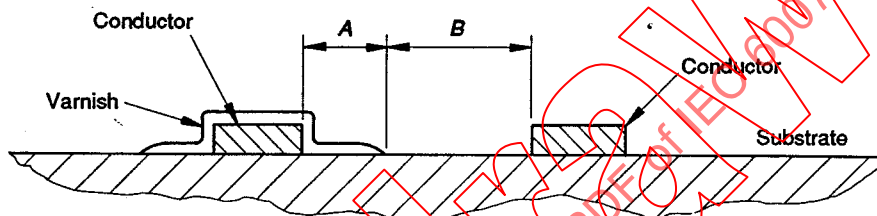
Pour aider à interpoler les valeurs du tableau 4, se référer à la figure 1.

The following points illustrated in the sketch are to be taken into account:

- a) creepage is measured around any deliberate groove in the surface;
- b) where an insulating partition or barrier according to 6.4.1 is inserted but not cemented in, the creepage distance is measured either over or under the partition, whichever gives the smaller value;
- c) if the partition described in b) is cemented in, then the creepage distance is always measured over the partition.

When varnish is used to reduce the required creepage distances, and only part of the creepage distance is varnished as shown in the following sketch, the total effective creepage distance is referred to either line 2 or 3 of table 4 by the following calculation.

To refer to line 2 of table 4, multiply B by 1 and A by 3. To refer to line 3 of table 4, multiply B by 0,33 and A by 1. Then add the results together.



IEC 850/91

NOTE - Varnish may or may not cover the conductor.

A.2.2 Voltage to be used

The values of creepage distance recommended in IEC 664A are based upon the philosophy that tracking is a relatively slow process and thus transiently occurring spikes will not have a significant effect. For this reason, the voltages to be used when referring to table 4 for creepage distances shall be the maximum continuous d.c. value or the r.m.s. a.c. value which can exist between the conductors when the conditions of clause 5 have been applied. Transient voltages, such as might exist before a protective device, for example a fuse, opens the circuit, need not be considered when evaluating the creepage distance, although they would be considered when evaluating clearances.

A.3 Interpolation in table 4

To aid in interpolation between the values in table 4, reference should be made to figure 1.

Annexe B

Encapsulage

B.1 Adhérence

L'exclusion des règles de lignes de fuite pour les composants encapsulés repose sur l'absence de probabilité de contamination. La mesure de l'IRC est, en effet, une mesure du degré de contamination nécessaire pour provoquer une rupture de la séparation entre parties conductrices. Ces considérations amènent aux corollaires suivants:

- si tous les circuits et substrats sont totalement enfermés, à savoir que rien n'émerge de l'encapsulage, aucun risque de contamination n'existe et, par là, aucun claquage ne peut se produire par suite de contamination;
- si un élément d'un circuit, par exemple un conducteur nu ou isolé, ou un composant, ou le support de base d'une carte imprimée, émerge de l'encapsulage, à moins que le compound moulé n'adhère à l'interface, la contamination peut pénétrer dans cette interface et provoquer le claquage.

Ces considérations indiquent clairement que c'est bien le maintien de l'étanchéité à l'interface qui est exigé, et que, pour ce faire, il est nécessaire que le compound moulé adhère en ces zones.

B.2 Température

Tous les compounds moulés ont une température maximale au-dessus de laquelle leurs propriétés spécifiées peuvent changer ou disparaître. De telles modifications peuvent amener des craquelures ou une décomposition qui conduirait à ce que des surfaces plus chaudes que la surface extérieure du compound moulé soient en contact avec l'atmosphère explosible.

C'est pourquoi il est nécessaire de s'assurer que le compound moulé ne dépasse pas sa température maximale de service quand les circuits encapsulés fonctionnent dans les conditions de l'article 5. En obtenant cela, il convient de prendre garde que les composants encapsulés puissent être plus chauds ou plus froids qu'ils le seraient à l'air libre, en fonction de la conductivité thermique du compound moulé.

B.3 Applications de l'encapsulage avec un compound moulé

La figure 8 illustre quelques applications de l'encapsulage avec un compound moulé.