

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60079-11

Quatrième édition
Fourth edition
1999-02

**Matériel électrique pour atmosphères
explosives gazeuses –**

**Partie 11:
Sécurité intrinsèque «i»**

**Electrical apparatus for explosive gas
atmospheres –**

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



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 60079-11:1999

Numéros des publications

Depuis le 1er janvier 1997, les publications de la CEI sont numérotées à partir de 60000.

Publications consolidées

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

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 dans le Catalogue de la CEI.

Les renseignements relatifs à des questions à l'étude et des travaux en cours entrepris par le comité technique qui a établi cette publication, ainsi que la liste des publications établies, se trouvent dans les documents ci-dessous:

- «Site web» de la CEI*
- **Catalogue des publications de la CEI**
Publié annuellement et mis à jour régulièrement (Catalogue en ligne)*
- **Bulletin de la CEI**
Disponible à la fois au «site web» de la CEI* et comme périodique imprimé

Terminologie, symboles graphiques et littéraux

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la CEI 60050: *Vocabulaire Electrotechnique International* (VEI).

Pour les symboles graphiques, les symboles littéraux et les signes d'usage général approuvés par la CEI, le lecteur consultera la CEI 60027: *Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique*, la CEI 60417: *Symboles graphiques utilisables sur le matériel. Index, relevé et compilation des feuilles individuelles*, et la CEI 60617: *Symboles graphiques pour schémas*.

* Voir adresse «site web» sur la page de titre.

Numbering

As from 1 January 1997 all IEC publications are issued with a designation in the 60000 series.

Consolidated publications

Consolidated versions of some IEC publications including amendments are available. For example, edition numbers 1.0, 1.1 and 1.2 refer, respectively, to the base publication, the base publication incorporating amendment 1 and the base publication incorporating amendments 1 and 2.

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 in the IEC catalogue.

Information on the subjects under consideration and work in progress undertaken by the technical committee which has prepared this publication, as well as the list of publications issued, is to be found at the following IEC sources:

- **IEC web site***
- **Catalogue of IEC publications**
Published yearly with regular updates (On-line catalogue)*
- **IEC Bulletin**
Available both at the IEC web site* and as a printed periodical

Terminology, graphical and letter symbols

For general terminology, readers are referred to IEC 60050: *International Electrotechnical Vocabulary* (IEV).

For graphical symbols, and letter symbols and signs approved by the IEC for general use, readers are referred to publications IEC 60027: *Letter symbols to be used in electrical technology*, IEC 60417: *Graphical symbols for use on equipment. Index, survey and compilation of the single sheets* and IEC 60617: *Graphical symbols for diagrams*.

* See web site address on title page.

NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD

CEI
IEC

60079-11

Quatrième édition
Fourth edition
1999-02

**Matériel électrique pour atmosphères
explosives gazeuses –**

**Partie 11:
Sécurité intrinsèque «i»**

**Electrical apparatus for explosive gas
atmospheres –**

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

© IEC 1999 Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

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

No part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from the publisher.

International Electrotechnical Commission
Telefax: +41 22 919 0300

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



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE XD

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

SOMMAIRE

	Pages
AVANT-PROPOS	4
Articles	
1 Domaine d'application	6
2 Références normatives.....	8
3 Définitions.....	10
4 Groupement et classification du matériel de sécurité intrinsèque et du matériel associé.....	18
5 Catégories de matériels électriques.....	18
6 Construction des matériels	22
7 Composants dont dépend la sécurité intrinsèque	58
8 Composants infaillibles, ensembles infaillibles de composants et interconnexions infaillibles.....	70
9 Barrières de sécurité à diodes	82
10 Vérifications de type et essais de type	84
11 Vérifications et essais individuels	102
12 Marquage.....	104
13 Documentation.....	108
Annexe A (normative) Evaluation des circuits de sécurité intrinsèque.....	110
Annexe B (normative) Eclateur pour l'essai des circuits de sécurité intrinsèque.....	154
Annexe C (informative) Mesure des lignes de fuite, distances dans l'air et distances de séparation au travers d'un composé de moulage ou d'un isolant solide.....	172
Annexe D (normative) Encapsulage.....	178

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
Clause	
1 Scope	7
2 Normative references	9
3 Definitions	11
4 Grouping and classification of intrinsically safe apparatus and associated apparatus	19
5 Categories of electrical apparatus	19
6 Apparatus construction	23
7 Components on which intrinsic safety depends	59
8 Infallible components, infallible assemblies of components and infallible connections	71
9 Diode safety barriers	83
10 Type verifications and type tests	85
11 Routine verifications and tests	103
12 Marking	105
13 Documentation	109
Annex A (normative) Assessment of intrinsically safe circuits	111
Annex B (normative) Spark test apparatus for intrinsically safe circuits	155
Annex C (informative) Measurement of creepage distances, clearances and separation distances through casting compound and through solid insulation ..	173
Annex D (normative) Encapsulation	179

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

MATÉRIEL ÉLECTRIQUE POUR ATMOSPHÈRES EXPLOSIVES GAZEUSES – Partie 11: Sécurité intrinsèque «i»

AVANT-PROPOS

- 1) La CEI (Commission Electrotechnique Internationale) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, la CEI, entre autres activités, publie des Normes internationales. Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec la CEI, participent également aux travaux. La CEI collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de la CEI concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les documents produits se présentent sous la forme de recommandations internationales. Ils sont publiés comme normes, rapports techniques ou guides et agréés comme tels par les Comités nationaux.
- 4) Dans le but d'encourager l'unification internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent à appliquer de façon transparente, dans toute la mesure possible, les Normes internationales de la CEI dans leurs normes nationales et régionales. Toute divergence entre la norme de la CEI et la norme nationale ou régionale correspondante doit être indiquée en termes clairs dans cette dernière.
- 5) La CEI n'a fixé aucune procédure concernant le marquage comme indication d'approbation et sa responsabilité n'est pas engagée quand un matériel est déclaré conforme à l'une de ses normes.
- 6) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Norme internationale peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale CEI 60079-11 a été établie par le sous-comité 31G: Matériels à sécurité intrinsèque, du comité d'études 31 de la CEI: Matériel électrique pour atmosphères explosives.

Cette quatrième édition annule et remplace la troisième édition publiée en 1991 et constitue une révision technique.

L'annexe B contient des détails de l'éclateur pour l'essai des circuits de sécurité intrinsèque et remplace la CEI 60079-3, 1990.

La présente Norme internationale doit être lue conjointement avec la troisième édition de la CEI 60079-0:1998, *Matériel électrique pour atmosphères explosives gazeuses – Partie 0: Règles générales*.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
31G/65/FDIS	31G/68/RVD

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

Les annexes A, B et D font partie intégrante de cette norme.

L'annexe C est donnée uniquement à titre d'information.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

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

FOREWORD

- 1) The IEC (International Electrotechnical Commission) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of the IEC is to promote international co-operation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, the IEC publishes International Standards. Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. The IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
- 2) The formal decisions or agreements of the IEC on technical matters express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested National Committees.
- 3) The documents produced have the form of recommendations for international use and are published in the form of standards, technical reports or guides and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 4) In order to promote international unification, IEC National Committees undertake to apply IEC International Standards transparently to the maximum extent possible in their national and regional standards. Any divergence between the IEC Standard and the corresponding national or regional standard shall be clearly indicated in the latter.
- 5) The IEC provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with one of its standards.
- 6) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this International Standard may be the subject of patent rights. The IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 60079-11 has been prepared by subcommittee 31G: Intrinsically safe apparatus, of IEC technical committee 31: Electrical apparatus for explosive atmospheres.

This fourth edition cancels and replaces the third edition published in 1991 and constitutes a technical revision.

Annex B contains details of the spark test apparatus for intrinsically safe circuits and replaces IEC 60079-3, 1990.

This International Standard is to be read in conjunction with the third edition of IEC 60079-0:1998, *Electrical apparatus for explosive gas atmospheres – Part 0: General requirements*.

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

FDIS	Report on voting
31G/65/FDIS	31G/68/RVD

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

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

Annex C is for information only.

MATÉRIEL ÉLECTRIQUE POUR ATMOSPHÈRES EXPLOSIVES GAZEUSES – Partie 11: Sécurité intrinsèque «i»

1 Domaine d'application

1.1 La présente partie de la CEI 60079 contient les règles spécifiques de construction et d'essais pour le matériel électrique à sécurité intrinsèque, destiné à être utilisé dans les atmosphères explosives, et pour le matériel électrique associé, qui est prévu pour être relié à des circuits de sécurité intrinsèque qui entrent dans de telles atmosphères. Elle contient également des détails de l'appareil d'essai publié initialement dans la CEI 60079-3.

1.2 La présente norme complète la CEI 60079-0:1998 dont les prescriptions, à l'exception de celles qui sont indiquées dans la liste suivante, s'appliquent au matériel électrique à sécurité intrinsèque et au matériel électrique associé.

Si un matériel associé est protégé par un mode de protection cité dans la CEI 60079-0, les prescriptions de ce mode de protection ainsi que les parties applicables de la CEI 60079-0 s'appliquent aussi au matériel associé. La liste suivante d'exclusions est directement applicable au matériel associé prévu pour être utilisé dans des cas où il n'y a pas d'atmosphère potentiellement explosive. Dans d'autres circonstances, il convient d'utiliser cette liste en conjugaison avec les prescriptions des autres méthodes de protection.

Article de la CEI 60079-0:1998		Article ou paragraphe exclu	
		Matériel à sécurité intrinsèque	Matériel associé
3.1	Matériel électrique	Oui	Oui
4.2.2	Marquage de la température maximale de surface	Non	Oui
5.1	Température maximale de surface	Non	Oui
5.3	Température de surface et température d'inflammation	Non	Oui
6.2	Délai d'ouverture de l'enveloppe	Oui	Oui
7.1.1	Définition des matières plastiques	Non	Oui
7.1.2	Exigences pour les matières plastiques	Oui	Oui
7.1.3	Vérifications de la conformité des matières plastiques	Non	Oui
7.2	Endurance thermique	Oui	Oui
7.3	Charges électrostatiques des enveloppes en matière plastique	Non	Oui
7.3.1	Matériels électriques du Groupe I (notes 1 et 2 seulement)	Oui	Oui
7.3.2	Matériels électriques du Groupe II (notes 1 et 2 seulement)	Oui	Oui
7.4	Trous taraudés dans les plastiques	Oui	Oui
8.1	Enveloppes contenant des métaux légers	Non	Oui
8.2	Trous taraudés dans les alliages légers	Oui	Oui
9	Fermetures	Oui	Oui
10	Dispositifs de verrouillage	Oui	Oui
11	Traversées	Oui	Oui
12	Matériaux utilisés pour les scellements	Oui	Oui
14	Éléments de raccordement et logements de raccordement	Oui	Oui

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

1 Scope

1.1 This part of IEC 60079 specifies the construction and testing of intrinsically safe apparatus, intended for use in potentially explosive atmospheres and for associated apparatus, which is intended for connection to intrinsically safe circuits which enter such atmospheres. It also contains details of the test apparatus previously published as IEC 60079-3.

1.2 This standard supplements IEC 60079-0:1998, the requirements of which apply to intrinsically safe apparatus and to associated apparatus except as indicated in the following list.

If associated apparatus is protected by a type of protection listed in IEC 60079-0 then the requirements of that method of protection together with the relevant parts of IEC 60079-0 also apply to the associated apparatus. The list of exclusions which follows is directly applicable to associated apparatus intended for use in situations where there is no potentially explosive atmosphere and in other circumstances should be used in combination with the requirements of the other methods of protection.

Clause of IEC 60079-0:1998		Clause or subclause excluded	
		Intrinsically safe apparatus	Associated apparatus
3.1	Electrical apparatus	Yes	Yes
4.2.2	Marking of maximum surface temperature	No	Yes
5.1	Maximum surface temperature	No	Yes
5.3	Surface temperature and ignition temperature	No	Yes
6.2	Enclosure opening delay	Yes	Yes
7.1.1	Definition of plastics material	No	Yes
7.1.2	Requirement of plastics material	Yes	Yes
7.1.3	Verification of plastics material compliance	No	Yes
7.2	Thermal endurance	Yes	Yes
7.3	Electrostatic charges on plastics enclosures	No	Yes
7.3.1	Electrical apparatus of Group I (notes 1 and 2 only)	Yes	Yes
7.3.2	Electrical apparatus of Group II (notes 1 and 2 only)	Yes	Yes
7.4	Threaded holes in plastics	Yes	Yes
8.1	Light metal enclosure materials	No	Yes
8.2	Threaded holes in light metals	Yes	Yes
9	Fasteners	Yes	Yes
10	Interlocking devices	Yes	Yes
11	Bushings	Yes	Yes
12	Materials used for cementing	Yes	Yes
14	Connection facilities and terminal compartments	Yes	Yes

Article de la CEI 60079-0:1998		Article ou paragraphe exclu	
		Matériel à sécurité intrinsèque	Matériel associé
15	Eléments de raccordement des conducteurs de protection ou de liaison équipotentielle des masses	Oui	Oui
16	Entrées de câbles et entrées de conduits	Oui	Oui
17 à 22	Prescriptions supplémentaires pour certains matériels électriques	Oui	Oui
23.4.3.1	Essai de tenue aux chocs	Oui	Oui
23.4.3.2	Essai de tenue aux chutes (pas d'essai de choc préliminaire nécessaire)	Non	Oui
23.4.3.3	Résultats à obtenir	Non	Oui
23.4.5	Essai de couple sur traversées	Oui	Oui
23.4.6.1	Mesures des températures	Non	Oui
23.4.6.2	Essai de choc thermique	Oui	Oui
23.4.7.1 à 23.4.7.7	Essais des enveloppes non métalliques	Oui	Oui
23.4.7.8	Vérification de la résistance d'isolement des parties d'enveloppes en matière plastique	Non	Oui
27.7	Exemples de marquages	Oui	Oui
Annexe B	Entrées de câbles Ex	Oui	Oui

1.3 La présente norme s'applique aux matériels électriques dont les circuits sont en eux-mêmes incapables de provoquer l'explosion de l'atmosphère environnante.

1.4 La présente norme s'applique également aux matériels électriques ou aux parties de matériels électriques situés hors de l'atmosphère potentiellement explosive ou protégés par un autre mode de protection cité dans la CEI 60079-0, lorsque la sécurité intrinsèque des circuits électriques situés dans l'atmosphère explosive peut dépendre de la conception et de la construction de ces matériels électriques ou de ces parties de matériels électriques. Les circuits électriques exposés à une atmosphère potentiellement explosive sont évalués pour ce qui est de leur emploi dans une telle atmosphère en appliquant la présente norme.

2 Références normatives

Les documents normatifs suivants contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour la présente partie de la CEI 60079. Au moment de sa publication, les éditions indiquées étaient en vigueur. Tout document normatif est sujet à révision et les parties prenantes aux accords fondés sur la présente partie de la CEI 60079 sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des documents normatifs indiqués ci-après. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur.

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

CEI 60079-7:1990, *Matériel électrique pour atmosphères explosives gazeuses – Partie 7: Sécurité augmentée «e»*

CEI 60085:1984, *Evaluation et classification thermique de l'isolation électrique*

CEI 60112:1979, *Méthode pour déterminer les indices de résistance et de tenue au cheminement des matériaux isolants solides dans des conditions humides*

Clause of IEC 60079-0:1998		Clause or subclause excluded	
		Intrinsically safe apparatus	Associated apparatus
15	Connection facilities for earthing or bonding conductors	Yes	Yes
16	Cable and conduit entries	Yes	Yes
17 to 22	Supplementary requirements for certain electrical apparatus	Yes	Yes
23.4.3.1	Test for resistance to impact	Yes	Yes
23.4.3.2	Drop test (no prior impact test necessary)	No	Yes
23.4.3.3	Required results	No	Yes
23.4.5	Torque test for bushings	Yes	Yes
23.4.6.1	Temperature measurement	No	Yes
23.4.6.2	Thermal shock test	Yes	Yes
23.4.7.1 to 23.4.7.7	Tests on non-metallic enclosures	Yes	Yes
23.4.7.8	Insulation resistance test of parts of enclosures of plastics materials	No	Yes
27.7	Examples of marking	Yes	Yes
Annex B	Ex cable entries	Yes	Yes

1.3 This standard is applicable to electrical apparatus in which the electrical circuits themselves are incapable of causing an explosion in the surrounding explosive atmospheres.

1.4 This standard is also applicable to electrical apparatus or parts of electrical apparatus located outside the potentially explosive atmosphere or protected by another type of protection listed in IEC 60079-0, where the intrinsic safety of the electrical circuits in the potentially explosive atmosphere may depend upon the design and construction of such electrical apparatus or parts of such electrical apparatus. The electrical circuits exposed to the potentially explosive atmosphere are evaluated for use in such an atmosphere by applying this standard.

2 Normative references

The following normative documents contain provisions which, through reference in this text, constitute provisions of this part of IEC 60079. At the time of publication, the editions indicated were valid. All normative documents are subject to revision, and parties to agreements based on this part of IEC 60079 are encouraged to investigate the possibility of applying the most recent editions of the normative documents indicated below. Members of IEC and ISO maintain registers of currently valid International Standards.

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

IEC 60079-7:1990, *Electrical apparatus for explosive gas atmospheres – Part 7: Increased safety "e"*

IEC 60085:1984, *Thermal evaluation and classification of electrical insulation*

IEC 60112:1979, *Method for determining the comparative and the proof tracking indices of solid insulating materials under moist conditions*

CEI 60127-1:1988, *Coupe-circuit miniatures – Partie 1: Définitions pour coupe-circuit miniatures et prescriptions générales pour éléments de remplacement miniatures*

CEI 60127-2:1989, *Coupe-circuits miniatures – Partie 2: Cartouches*

CEI 60127-3:1988, *Coupe-circuit miniatures – Partie 3: Eléments de remplacement subminiatures*

CEI 60529:1989, *Degrés de protection procurés par les enveloppes (Code IP)*

3 Définitions

Pour les besoins de la présente partie de la CEI 60079, les définitions de la CEI 60079-0 ainsi que les définitions suivantes s'appliquent:

3.1

circuit de sécurité intrinsèque

circuit dans lequel aucune étincelle ni aucun effet thermique, produit dans les conditions prescrites par la présente norme, qui incluent le fonctionnement normal et les conditions de défaut spécifiées, n'est capable de provoquer l'inflammation d'une atmosphère explosive gazeuse donnée

3.2

matériel électrique

ensemble de composants, circuits électriques ou parties de circuits électriques contenus normalement dans une enveloppe unique

NOTE 1 – Le terme «normalement» a été introduit pour indiquer qu'un matériel électrique peut parfois être réalisé dans plusieurs enveloppes, par exemple un appareil téléphonique ou un récepteur radiophonique portatif avec un microphone à main.

NOTE 2 – Cette définition est plus précise que celle qui figure dans la CEI 60079-0.

3.3

matériel électrique de sécurité intrinsèque

matériel électrique dans lequel tous les circuits sont des circuits de sécurité intrinsèque

3.4

matériel électrique associé

matériel électrique qui contient à la fois des circuits de sécurité intrinsèque et des circuits non de sécurité intrinsèque, et qui est réalisé de sorte que les circuits non de sécurité intrinsèque ne puissent affecter les circuits de sécurité intrinsèque

NOTE – Le matériel associé peut être

- a) soit un matériel électrique qui a un autre mode de protection cité dans la CEI 60079-0 pour utilisation dans l'atmosphère explosive concernée,
- b) soit un matériel électrique non ainsi protégé et qui, en conséquence, ne doit pas être utilisé en atmosphère explosive, par exemple un enregistreur qui n'est pas situé lui-même en atmosphère explosive gazeuse, mais qui est raccordé à un thermocouple situé en atmosphère explosive lorsque seul le circuit d'entrée de l'enregistreur est de sécurité intrinsèque.

3.5

fonctionnement normal

fonctionnement d'un matériel de sécurité intrinsèque ou d'un matériel électrique associé tel qu'il est électriquement et mécaniquement conforme aux spécifications de conception définies par son constructeur

IEC 60127-1:1988, *Miniature fuses – Part 1: Definitions for miniature fuses and general requirements for miniature fuse-links*

IEC 60127-2:1989, *Miniature fuses – Part 2: Cartridge fuse-links*

IEC 60127-3:1988, *Miniature fuses – Part 3: Sub-miniature fuse-links*

IEC 60529:1989, *Degrees of protection provided by enclosures (IP Code)*

3 Definitions

For the purpose of this part of IEC 60079, the definitions in IEC 60079-0 and the following definitions apply:

3.1

intrinsically safe circuit

circuit in which any spark or any thermal effect produced in the conditions specified in this standard, which include normal operation and specified fault conditions, is not capable of causing ignition of a given explosive gas atmosphere

3.2

electrical apparatus

assembly of electrical components, electrical circuits or parts of electrical circuits normally contained in a single enclosure

NOTE 1 – The term "normally" has been introduced to indicate that an apparatus may occasionally be in more than one enclosure, for example, a telephone or a radio transceiver with a hand microphone.

NOTE 2 – This definition is more precise than that contained in IEC 60079-0.

3.3

intrinsically safe apparatus

electrical apparatus in which all the circuits are intrinsically safe circuits

3.4

associated apparatus

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

NOTE – Associated apparatus may be either

a) electrical apparatus which has another type of protection listed in IEC 60079-0 for use in the appropriate explosive gas atmosphere, or

b) electrical apparatus not so protected and which, therefore, shall 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 atmosphere where only the recorder input circuit is intrinsically safe.

3.5

normal operation

operation of intrinsically safe apparatus or associated apparatus such that it conforms electrically and mechanically with the design specification produced by its manufacturer

3.6

défaut

toute défectuosité de tout composant, séparation, isolation ou connexion entre composants, non définis comme infaillibles par la présente norme, dont dépend la sécurité intrinsèque d'un circuit

3.7

défaut pris en compte

défaut qui se produit dans les parties de matériels électriques répondant aux règles de construction de la présente norme

3.8

défaut non pris en compte

défaut qui se produit dans les parties de matériels électriques ne répondant pas aux règles de construction de la présente norme

3.9

composant infaillible ou ensemble infaillible de composants

composant ou ensemble de composants qui est considéré comme non sujet à certains modes de défaillance définis dans la présente norme

La probabilité que de tels modes de défaillance se produisent en service ou en stockage est considérée comme étant si faible qu'ils n'ont pas à être pris en compte.

3.10

séparation ou isolation infaillible

séparation ou isolation entre parties conductrices qui est considérée comme non sujette aux courts-circuits

La probabilité que de tels modes de défaillance se produisent en service ou en stockage est considérée comme étant si faible qu'ils n'ont pas à être pris en compte.

3.11

matériel simple

composant électrique ou ensemble de composants de construction simple ayant des paramètres électriques bien définis et qui est compatible avec la sécurité intrinsèque du circuit dans lequel il est utilisé

3.12

câblage interne

câblage et interconnexions électriques qui sont réalisés à l'intérieur du matériel par le constructeur

3.13

courant minimal d'inflammation (CMI)

courant minimal dans un circuit résistif ou inductif qui provoque l'inflammation du mélange d'essai explosif dans l'éclateur d'essai conforme à l'annexe B

3.14

tension minimale d'inflammation

tension minimale d'un circuit capacitif qui provoque l'inflammation du mélange d'essai explosif dans l'éclateur d'essai conforme à l'annexe B

3.15

tension maximale alternative efficace ou continue (U_m)

tension maximale qui peut être appliquée aux bornes non de sécurité intrinsèque du matériel associé, sans annuler la sécurité intrinsèque

NOTE – La valeur de U_m peut être différente pour des ensembles d'organes de raccordement différents et pour des tensions alternatives et continues.

3.6**fault**

any defect of any component, separation, insulation or connection between components, not defined as infallible by this standard, upon which the intrinsic safety of a circuit depends

3.7**countable fault**

fault which occurs in parts of electrical apparatus conforming to the constructional requirements of this standard

3.8**non-countable fault**

fault which occurs in parts of electrical apparatus not conforming to the constructional requirements of this standard

3.9**infallible component or infallible assembly of components**

component or assembly of components that is considered as not subject to certain fault modes as specified in this standard

The probability of such fault modes occurring in service or storage is considered to be so low that they are not to be taken into account.

3.10**infallible separation or insulation**

separation or insulation between electrically conductive parts that is considered as not subject to short circuits

The probability of such fault modes occurring in service or storage is considered to be so low that they are not to be taken into account.

3.11**simple apparatus**

electrical component or combination of components of simple construction with well-defined electrical parameters which is compatible with the intrinsic safety of the circuit in which it is used

3.12**internal wiring**

wiring and electrical connections that are made within the apparatus by its manufacturer

3.13**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 annex B

3.14**minimum igniting voltage**

minimum voltage of capacitive circuits that causes the ignition of the explosive test mixture in the spark test apparatus described in annex B

3.15**maximum r.m.s. a.c. or d.c. voltage (U_m)**

maximum voltage that can be applied to the non-intrinsically safe connection facilities of associated apparatus without invalidating intrinsic safety

NOTE – The value of U_m may be different at different sets of connection facilities, and may be different for a.c. and d.c. voltages.

3.16

tension d'entrée maximale (U_i)

tension maximale (valeur de crête en courant alternatif ou valeur en courant continu) qui peut être appliquée aux bornes d'entrée du matériel de sécurité intrinsèque sans annuler la sécurité intrinsèque

3.17

tension de sortie maximale (U_o)

tension maximale (valeur de crête en courant alternatif ou valeur en courant continu) dans un circuit de sécurité intrinsèque, qui peut apparaître en circuit ouvert aux bornes du 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 maximale de sortie est celle apparaissant pour la combinaison la plus défavorable des tensions appliquées.

3.18

courant maximal d'entrée (I_i)

courant maximal (valeur de crête en courant alternatif ou valeur en courant continu) qui peut être appliqué aux bornes des circuits de sécurité intrinsèque sans annuler la sécurité intrinsèque

3.19

courant maximal de sortie (I_o)

courant maximal (valeur de crête en courant alternatif ou valeur en courant continu), dans un circuit de sécurité intrinsèque, qui peut être extrait des bornes du matériel

3.20

puissance maximale d'entrée (P_i)

puissance maximale, à l'entrée d'un circuit de sécurité intrinsèque, qui peut être dissipée à l'intérieur d'un matériel lorsque celui-ci est connecté à une source externe, sans annuler la sécurité intrinsèque

3.21

puissance maximale de sortie (P_o)

puissance maximale, dans un circuit de sécurité intrinsèque, qui peut être prélevée sur le matériel

3.22

capacité externe maximale (C_o)

capacité maximale d'un circuit de sécurité intrinsèque qui peut être reliée aux bornes du matériel sans annuler la sécurité intrinsèque

3.23

capacité interne maximale (C_i)

capacité équivalente interne totale du matériel qui est considérée comme apparaissant aux bornes du matériel

3.24

inductance externe maximale (L_o)

valeur maximale de l'inductance, dans un circuit de sécurité intrinsèque, qui peut être reliée aux bornes du matériel sans annuler la sécurité intrinsèque.

3.25

inductance interne maximale (L_i)

Inductance équivalente interne totale du matériel qui est considérée comme apparaissant aux bornes du matériel

3.16**maximum input voltage (U_i)**

maximum voltage (peak a.c. or d.c.) that can be applied to the connection facilities for intrinsically safe circuits without invalidating intrinsic safety

3.17**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.

3.18**maximum input current (I_i)**

maximum current (peak a.c. or d.c.) that can be applied to the connection facilities for intrinsically safe circuits without invalidating intrinsic safety

3.19**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

3.20**maximum input power (P_i)**

maximum input power in an intrinsically safe circuit that can be dissipated within an apparatus when it is connected to an external source without invalidating intrinsic safety

3.21**maximum output power (P_o)**

maximum electrical power in an intrinsically safe circuit that can be taken from the apparatus

3.22**maximum external capacitance (C_o)**

maximum capacitance in an intrinsically safe circuit that can be connected to the connection facilities of the apparatus without invalidating intrinsic safety

3.23**maximum internal capacitance (C_i)**

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

3.24**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 without invalidating intrinsic safety

3.25**maximum internal inductance (L_i)**

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

3.26

rapport externe maximal de l'inductance à la résistance (L_o/R_o)

rapport de l'inductance (L_o) à la résistance (R_o) de tout circuit externe pouvant être relié aux bornes du matériel électrique sans annuler la sécurité intrinsèque

3.27

rapport interne maximal de l'inductance à la résistance (L_i/R_i)

rapport de l'inductance (L_i) à la résistance (R_i) qui est considéré comme apparaissant aux bornes externes de raccordement du matériel électrique

3.28

distance dans l'air

plus courte distance dans l'air entre deux parties conductrices

NOTE – Cette distance s'applique seulement aux parties exposées à l'atmosphère et non aux parties isolées ou recouvertes par un composé de moulage.

3.29

distance au travers d'un composé de moulage

plus courte distance au travers d'un composé de moulage entre deux parties conductrices

3.30

distance au travers d'une isolation solide

plus courte distance au travers d'un isolant solide entre deux parties conductrices

3.31

ligne de fuite dans l'air

plus courte distance le long de la surface d'un élément isolant en contact avec l'air entre deux parties conductrices

3.32

ligne de fuite sous le revêtement

Plus courte distance entre parties conductrices le long de la surface d'un élément isolant recouvert par un revêtement isolant.

3.33

courant assigné d'un coupe circuit à fusibles (I_n)

courant assigné d'un fusible selon la CEI 60127 ou selon les spécifications du fabricant du fusible

3.34

pile ou accumulateur scellé et étanche au gaz

pile ou accumulateur qui reste fermé et ne dégage ni gaz ni liquide lorsqu'il est utilisé dans les limites de charge ou de température spécifiées par le constructeur

NOTE – De tels piles et accumulateurs peuvent être équipés d'un dispositif de sécurité pour empêcher une pression interne dangereuse. La pile ou l'accumulateur n'exige pas de supplément d'électrolyte et est conçu pour fonctionner toute sa vie dans son état scellé d'origine.

3.35

pile ou accumulateur scellé et régulé par soupape

pile ou accumulateur qui reste fermé dans les conditions normales, mais qui a un dispositif qui permet la fuite de gaz si la pression interne excède une valeur déterminée. La pile ou l'accumulateur ne peut pas normalement recevoir un supplément d'électrolyte

3.26**maximum external inductance to resistance ratio (L_o/R_o)**

maximum value of ratio of inductance (L_o) to resistance (R_o) of any external circuit that can be connected to the connection facilities of the electrical apparatus without invalidating intrinsic safety

3.27**maximum internal inductance to resistance ratio (L_i/R_i)**

maximum value of ratio of inductance (L_i) to resistance (R_i) which is considered as appearing at the external connection facilities of the electrical apparatus

3.28**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 insulated parts or covered with casting compound.

3.29**distance through casting compound**

shortest distance through a casting compound between two conductive parts

3.30**distance through solid insulation**

shortest distance through solid insulation between two conductive parts

3.31**creepage distance in air**

shortest distance along the surface of an insulating medium in contact with air between two conductive parts

3.32**creepage distance under coating**

shortest distance between conductive parts along the surface of an insulating medium covered with insulating coating

3.33**fuse rating (I_n)**

current rating of a fuse according to IEC 60127 or to its manufacturer's specification

3.34**sealed gas tight cell or battery**

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

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

3.35**sealed valve-regulated cell or battery**

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

3.36

barrière de sécurité à diodes

assemblage incorporant en shunt des diodes ou des chaînes de diodes (diodes Zener comprises) protégées par des coupe-circuits à fusibles ou des résistances ou une combinaison de ceux-ci, fabriqué en tant que matériel individuel plutôt que comme partie d'un matériel plus grand

4 Groupement et classification du matériel de sécurité intrinsèque et du matériel associé

Le matériel de sécurité intrinsèque et le matériel associé doivent être groupés et classés selon les articles 4 et 5 de la CEI 60079-0:1998.

5 Catégories de matériels électriques

5.1 Généralités

Le matériel de sécurité intrinsèque et les parties de sécurité intrinsèque du matériel associé doivent être répartis dans l'une des deux catégories «ia» ou «ib».

Les prescriptions de la présente norme doivent s'appliquer à ces deux catégories sauf indication contraire. Lors de la détermination de la catégorie «ia» ou «ib», les défaillances des composants et les connexions doivent être considérées selon 7.6.

NOTE –Le matériel peut être spécifié comme étant à la fois «ia» et «ib», et avoir des paramètres différents pour chaque catégorie.

5.2 Catégorie «ia»

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

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

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

Lors des essais d'inflammation par étincelles, les facteurs de sécurité suivants doivent être appliqués conformément à 10.4.2:

- pour a) ainsi que pour b) 1,5
- pour c) 1,0

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

Si seulement un défaut pris en compte peut se produire, les prescriptions de b) sont considérées comme donnant la catégorie «ia» si les prescriptions d'essai pour «ia» peuvent être respectées. Si aucun défaut pris en compte ne peut se produire, les prescriptions de a) sont considérées comme donnant la catégorie «ia» si les prescriptions d'essai pour «ia» peuvent être respectées.

3.36**diode safety barrier**

assemblies incorporating shunt diodes or diode chains (including Zener diodes) protected by fuses or resistors or a combination of these, manufactured as an individual apparatus rather than as part of a larger apparatus

4 Grouping and classification of intrinsically safe apparatus and associated apparatus

Intrinsically safe apparatus and associated apparatus shall be grouped and classified in accordance with clauses 4 and 5 of IEC 60079-0:1998.

5 Categories of electrical apparatus**5.1 General**

Intrinsically safe apparatus and intrinsically safe parts of associated apparatus shall be placed in category "ia" or "ib".

The requirements of this standard shall apply to both categories unless otherwise stated. In the determination of category "ia" or "ib", failure of components and connections shall be considered in accordance with 7.6.

NOTE – Apparatus may be specified as both "ia" and "ib", and may have different parameters for each category.

5.2 Category "ia"

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

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

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

In testing or assessing the circuits for spark ignition, the following safety factors shall be applied in accordance with 10.4.2:

- 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.

If only one countable fault can occur, the requirements of b) are considered to give a category of "ia" if the test requirements for "ia" can then be satisfied. If no countable faults can occur the requirements of a) are considered to give a category of "ia" if the test requirements for "ia" can then be satisfied.

5.3 Catégorie «ib»

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

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

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

Lors des essais d'inflammation par étincelles, un facteur de sécurité de 1,5 doit être appliqué conformément à 10.4.2. Le coefficient de sécurité appliqué à la tension ou au courant lors de la détermination de la classification en température de surface doit être de 1,0 dans tous les cas. Si aucun défaut pris en compte ne peut se produire, les prescriptions de a) sont considérées comme donnant la catégorie «ib» si les prescriptions d'essai pour «ib» peuvent être respectées.

NOTE – Des indications concernant l'évaluation des circuits de sécurité intrinsèque en ce qui concerne l'inflammation par étincelles sont données à l'annexe A. Les détails de l'éclateur d'essai sont fournis à l'annexe B.

5.4 Matériel simple

Les matériels suivants doivent être considérés comme étant des matériels simples:

- a) les composants passifs, par exemple les interrupteurs, les boîtes de jonction, les résistances et les dispositifs simples à semi-conducteur;
- b) les sources réserves d'énergie ayant des paramètres bien définis, par exemple les condensateurs ou les inductances, dont les valeurs doivent être prises en compte lors de la détermination de la sécurité globale du système;
- c) les sources génératrices d'énergie, par exemple les thermocouples et les cellules photo-électriques, qui ne délivrent pas plus de 1,5 V, 100 mA et 25 mW. Toute inductance ou capacité présente dans ces sources d'énergie doit être considérée comme en b).

Le matériel simple doit satisfaire à toutes les exigences applicables de la présente norme, mais n'a pas besoin d'être certifié ni de satisfaire à l'article 12. En particulier, les aspects suivants doivent toujours être considérés:

- 1) la sécurité du matériel simple ne doit pas être obtenue par inclusion de dispositifs de limitation de tension et/ou de courant, et/ou d'éléments d'annulation;
- 2) le matériel simple ne doit contenir aucun moyen d'augmentation de tension ou de courant, par exemple des circuits pour réaliser des sources auxiliaires de puissance;
- 3) lorsque le matériel simple doit conserver l'isolement par rapport à la terre du circuit de sécurité intrinsèque, il doit pouvoir supporter l'essai de tenue en tension par rapport à la terre spécifié en 6.4.12. Ses bornes doivent satisfaire aux prescriptions de 6.3.1;
- 4) les enveloppes non métalliques et les enveloppes contenant des métaux légers, placées en zone dangereuse doivent satisfaire aux prescriptions de 7.3 et 8.1 de la CEI 60079-0:1998;
- 5) lorsque le matériel simple est placé en zone dangereuse, il doit être classé en température. Lorsqu'ils sont employés dans un circuit de sécurité intrinsèque suivant leurs caractéristiques assignées et à la température ambiante maximale de 40 °C, on attribue aux interrupteurs, prises de courant et bornes le classement en température T6 pour les applications en Groupe II et on considère que la température maximale de surface est de 85 °C pour les applications en Groupe I. Les autres types de matériels simples doivent être classés en température comme spécifié dans les articles 4 et 6 de la présente norme.

5.3 Category "ib"

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

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

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

In testing or assessing the circuits for spark ignition, a safety factor of 1,5 shall be applied in accordance with 10.4.2. The safety factor applied to the voltage or current for the determination of surface temperature classification shall be 1,0 in all cases. If no countable fault can occur the requirements of a) are considered to give a category of "ib" if the test requirements for "ib" can be satisfied.

NOTE – Guidance on the assessment of intrinsically safe circuits for spark ignition is contained in annex A. Details of the spark test apparatus are given in annex B.

5.4 Simple apparatus

The following apparatus shall be considered to be simple apparatus:

- a) passive components, for example switches, junction boxes, resistors and simple semiconductor devices;
- b) sources of stored energy with well-defined parameters, for example capacitors or inductors, whose values shall be considered when determining the overall safety of the system;
- c) sources of generated energy, for example thermocouples and photocells, which do not generate more than 1,5 V, 100 mA and 25 mW. Any inductance or capacitance present in these sources of energy shall be considered as in b).

Simple apparatus shall conform to all relevant requirements of this standard but need not be certified and need not comply with clause 12. In particular, the following aspects shall always be considered:

- 1) simple apparatus shall not achieve safety by the inclusion of voltage and/or current-limiting and/or suppression devices;
- 2) simple apparatus shall not contain any means of increasing the available voltage or current, for example circuits for the generation of ancillary power supplies;
- 3) where it is necessary that the simple apparatus maintains the integrity of the isolation from earth of the intrinsically-safe circuit, it shall be capable of withstanding the test voltage to earth in accordance with 6.4.12. Its terminals shall conform to 6.3.1;
- 4) non-metallic enclosures and enclosures containing light metals when located in the hazardous area shall conform to 7.3 and 8.1 of IEC 60079-0:1998;
- 5) when simple apparatus is located in the hazardous area, it shall be temperature classified. When used in an intrinsically safe circuit within their normal rating and at a maximum ambient temperature of 40 °C, switches, plugs, sockets and terminals are allocated a T6 temperature classification for Group II applications and considered as having a maximum surface temperature of 85 °C for Group I applications. Other types of simple apparatus shall be temperature classified in accordance with clauses 4 and 6 of this standard.

Lorsqu'un matériel simple fait partie d'un matériel contenant d'autres circuits électriques, l'ensemble doit être certifié.

NOTE – Les détecteurs qui utilisent une réaction catalytique ou d'autres mécanismes électrochimiques ne sont pas normalement des matériels simples. Il convient de rechercher des conseils de spécialistes concernant leur application.

6 Construction des matériels

NOTE – Les prescriptions du présent article s'appliquent, sauf indication contraire spécifiée dans les paragraphes appropriés, seulement aux caractéristiques des matériels à sécurité intrinsèque et des matériels associés qui contribuent au mode de protection et elles s'ajoutent aux prescriptions générales de la CEI 60079-0 sauf celles exclues en 1.2.

Par exemple, les prescriptions pour l'encapsulation avec un composé de moulage ne s'appliquent que si l'encapsulation est nécessaire pour satisfaire à 6.4.4 ou 6.7.

6.1 Enveloppes

En principe, les matériels à sécurité intrinsèque et les matériels associés ne nécessitent pas d'enveloppe puisque le mode de protection est intégrée dans les circuits eux-mêmes. Cependant lorsque la sécurité intrinsèque peut être compromise du fait de l'accessibilité de parties conductrices, par exemple si les circuits comportent des lignes de fuite dans l'air infaillibles, une enveloppe d'indice de protection IP20 selon la CEI 60529 doit être prévue comme partie du matériel soumis aux essais.

Le degré de protection requis peut varier selon l'utilisation prévue, par exemple un degré de protection IP54 selon la CEI 60529 sera en général requis pour le matériel du Groupe I.

L'«enveloppe» peut ne pas être physiquement la même pour la protection contre le contact des parties sous tension et pour la protection contre l'entrée de corps étrangers solides ou de liquides.

La désignation des surfaces qui constituent les limites de l'enveloppe est de la responsabilité du fabricant et doit être enregistrée dans les documents définitifs (voir article 13).

6.2 Températures du câblage et des petits composants

6.2.1 Couches de poussière sur le matériel du Groupe I

Pour l'application de cet article, lorsqu'il est fait référence à T4 et au Groupe I, le matériel du Groupe I doit être un matériel dans lequel la poussière de charbon ne peut pas former une couche à l'emplacement du composant ou sur le composant considéré.

6.2.2 Câblage dans le matériel

Le courant maximal admissible correspondant à la température maximale de conducteur atteinte du fait de l'échauffement propre est soit tiré du tableau 1 pour les conducteurs en cuivre, soit calculé par la formule suivante applicable aux métaux en général:

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

où

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

I est la valeur efficace du courant maximal admissible, en ampères;

I_f est le courant de fusion du conducteur à une température ambiante de 40 °C, en ampères;

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

t est la température du conducteur atteinte du fait de l'échauffement propre et de la température ambiante, en degrés Celsius.

Where simple apparatus forms part of an apparatus containing other electrical circuits, the whole shall be certified.

NOTE – Sensors which utilize catalytic reaction or other electro-chemical mechanisms are not normally simple apparatus. Specialist advice on their application should be sought.

6 Apparatus construction

NOTE – The requirements given in this clause apply, unless otherwise stated in the relevant subclauses, only to those features of intrinsically safe apparatus and associated apparatus which contribute to this type of protection and they are additional to the general requirements of IEC 60079-0 except for those excluded in 1.2.

For example, the requirements for encapsulation with casting compound apply only if encapsulating is required to satisfy 6.4.4 or 6.7.

6.1 Enclosures

In principle, intrinsically safe apparatus and associated apparatus do not require an enclosure as the method of protection is embodied within the circuits themselves. However, where intrinsic safety can be impaired by access to conducting parts, for example if the circuits contain infallible creepage distances in air, an enclosure of at least IP20 in accordance with IEC 60529 shall be provided as part of the apparatus under test.

The degree of protection required will vary according to the intended use; for example, a degree of protection of IP54 in accordance with IEC 60529 will in general be required for Group I apparatus.

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

The designation of the surfaces which form the boundaries of the enclosure shall be the responsibility of the manufacturer and shall be recorded in the definitive documentation (see clause 13).

6.2 Wiring and small component temperatures

6.2.1 Dust layers on Group I equipment

For the purposes of this clause where reference is made to T4 and Group I, the Group I equipment shall be equipment in which coal dust cannot form a layer in the location of or on the component being considered.

6.2.2 Wiring within apparatus

The maximum permissible current corresponding to the maximum wire temperature due to self-heating shall either be taken from table 1 for copper wires or can be calculated from the following equation for metals in general

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

where

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

I is the maximum permissible current r.m.s., in amperes;

I_f is the current at which the wire melts in an ambient temperature of 40 °C, in amperes;

T is the melting temperature of the wire material in degrees Celsius (1 083 °C for copper);

t is the wire temperature due to self-heating and ambient temperature, in degrees Celsius.

Le courant maximal dans un conducteur isolé ne doit pas dépasser les spécifications données par le fabricant.

**Tableau 1 – Classement en température du câblage en cuivre
(pour une température ambiante maximale de 40 °C)**

Diamètre (voir note 4) mm	Section nominale (voir note 4) mm ²	Courant maximal admissible pour le classement en température		
		T1 à T4 et Groupe I A	T5 A	T6 A
0,035	0,000 962	0,53	0,48	0,43
0,05	0,001 96	1,04	0,93	0,84
0,1	0,007 85	2,1	1,9	1,7
0,2	0,031 4	3,7	3,3	3,0
0,35	0,096 2	6,4	5,6	5,0
0,5	0,196	7,7	6,9	6,7

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

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

NOTE 3 – Le tableau s'applique aussi aux conducteurs souples plats, tels que dans les câbles en nappe, mais pas aux conducteurs de circuits imprimés: voir alors 6.2.3.

NOTE 4 – Le diamètre et la section sont les dimensions nominales spécifiées par le fabricant du câble.

NOTE 5 – Lorsque la puissance interne maximale P_i n'excède pas 1,3 W, on peut attribuer au câblage le classement T4 et il est admissible pour le Groupe I.

6.2.3 Câblage de circuits imprimés

Sur les cartes de circuits imprimés d'au moins 0,5 mm d'épaisseur, ayant une piste conductrice d'au moins 35 µm d'épaisseur sur une ou sur les deux faces, un classement en température de T4 ou Groupe I doit être attribué aux pistes imprimées lorsqu'elles ont une largeur minimale de 0,3 mm et que le courant permanent dans les pistes ne dépasse pas 0,518 A. De même pour des largeurs minimales de piste de 0,5 mm, 1,0 mm et 2,0 mm, T4 doit être attribué pour les courants maximaux correspondants de 0,814 A, 1,388 A et 2,222 A respectivement. Les longueurs de piste de 10 mm ou moins ne doivent pas être prises en compte pour ce qui est du classement en température.

Pour d'autres applications, le classement en température du câblage en cuivre des cartes imprimées doit se faire à partir du tableau 2.

Les tolérances de fabrication ne doivent pas réduire les valeurs définies dans cet article de plus de 10 % ou 1 mm, selon la plus faible des deux valeurs.

Lorsque la puissance interne maximale P_i ne dépasse pas 1,3 W, le câblage imprimé doit recevoir le classement en température T4 ou Groupe I.

The maximum current in insulated wiring shall not exceed the rating specified by the manufacturer of the wire.

**Table 1 – Temperature classification of copper wiring
(in a maximum ambient temperature of 40 °C)**

Diameter (see note 4) mm	Cross-sectional area (see note 4) mm ²	Maximum permissible current for temperature classification		
		T1 to T4 and Group I A	T5 A	T6 A
0,035	0,000 962	0,53	0,48	0,43
0,05	0,001 96	1,04	0,93	0,84
0,1	0,007 85	2,1	1,9	1,7
0,2	0,031 4	3,7	3,3	3,0
0,35	0,096 2	6,4	5,6	5,0
0,5	0,196	7,7	6,9	6,7

NOTE 1 – The value given for maximum permissible current, in amperes, is the r.m.s. a.c. or d.c. value.

NOTE 2 – For stranded conductors, the cross-sectional area is taken as the total area of all strands of the conductor.

NOTE 3 – The table also applies to flexible flat conductors, such as in ribbon cable, but not to printed circuit conductors for which see 6.2.3.

NOTE 4 – Diameter and cross-sectional area are the nominal dimensions specified by the wire manufacturer.

NOTE 5 – Where the maximum input power P_i does not exceed 1,3 W the wiring can be awarded a temperature classification of T4 and is acceptable for Group I.

6.2.3 Printed circuit wiring

On printed circuit boards of at least 0,5 mm thickness, having a conducting track of at least 35 µm thickness on one or both sides, a temperature classification T4 or Group I shall be given to the printed tracks if they have a minimum width of 0,3 mm and the continuous current in the tracks does not exceed 0,518 A. Similarly, for minimum track widths of 0,5 mm, 1,0 mm and 2,0 mm, T4 shall be given for corresponding maximum currents of 0,814 A, 1,388 A and 2,222 A respectively. Track lengths of 10 mm or less shall be disregarded for temperature classification purposes.

For other applications, the temperature classification of copper wiring of printed boards shall be determined from table 2.

Manufacturing tolerances shall not reduce the values stated in this clause by more than 10 % or 1 mm, whichever is the smaller.

Where the maximum input power P_i does not exceed 1,3 W, the printed wiring shall be given a temperature classification of T4 or Group I.

**Tableau 2 – Classement en température des circuits imprimés
(pour une température ambiante maximale de 40 °C)**

Largeur minimale de piste	Courant maximal admissible pour le classement en température		
	T1 à T4 et Groupe I	T5	T6
mm	A	A	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	13,4	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

NOTE 1 – Les valeurs données pour le courant maximal admissible en ampères, sont des valeurs efficaces en courant alternatif ou continu.

NOTE 2 – Ce tableau s'applique aux cartes imprimées de 1,6 mm d'épaisseur ou plus, à simple face de cuivre de 35 µm d'épaisseur.

NOTE 3 – Pour les cartes d'épaisseur comprise entre 0,5 mm et 1,6 mm, diviser le courant maximal spécifié par 1,2.

NOTE 4 – Pour les cartes à double face, diviser le courant maximal spécifié par 1,5.

NOTE 5 – Pour les cartes multicouches, pour la couche considérée, diviser le courant maximal spécifié par 2.

NOTE 6 – Pour une épaisseur de cuivre de 18 µm, diviser le courant maximal spécifié par 1,5.

NOTE 7 – Pour une épaisseur de cuivre de 70 µm, multiplier le courant maximal spécifié par 1,3.

NOTE 8 – Pour des pistes passant sous des composants dissipant 0,25 W ou plus, soit en fonctionnement normal soit dans les conditions de défaut, diviser le courant maximal spécifié par 1,5.

NOTE 9 – Aux sorties des composants dissipant 0,25 W ou plus, soit en fonctionnement normal soit dans les conditions de défaut, et sur 1,00 mm le long de la piste, soit multiplier la largeur de piste par 3, soit diviser le courant maximal spécifié par 2. Si la piste passe sous le composant, appliquer en plus le facteur spécifié dans la note 8.

6.2.4 Petits composants

Les petits composants, par exemple les transistors ou les résistances dont la température dépasse la valeur permise par le classement en température, sont acceptables à condition qu'ils répondent à l'une des prescriptions suivantes:

- lorsqu'ils sont essayés selon 10.7, les petits composants ne doivent pas enflammer le mélange inflammable et aucune déformation ou détérioration due à la température élevée ne doit endommager le mode de protection;
- pour un classement en T4 et Groupe I, les petits composants doivent être conformes au tableau 3;
- pour un classement en T5, la température de surface d'un composant dont la surface est inférieure à 10 cm² (en excluant les conducteurs de sortie) ne doit pas dépasser 150 °C.

**Table 2 – Temperature classification of printed board wiring
(in a maximum ambient temperature of 40 °C)**

Minimum track width mm	Maximum permissible current for temperature classification		
	T1 to T4 and Group I 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

NOTE 1 – The value given for maximum permissible current, in amperes is the r.m.s. a.c. or d.c. value.

NOTE 2 – This table applies to printed boards 1,6 mm or thicker with a single layer of copper of 35 µm thickness.

NOTE 3 – For boards with a thickness between 0,5 mm and 1,6 mm, divide the maximum current specified by 1,2.

NOTE 4 – For boards with conducting tracks on both sides, divide the maximum current specified by 1,5.

NOTE 5 – For multilayer boards, for the track layer under consideration, divide the maximum current specified by 2.

NOTE 6 – For 18 µm copper thickness, divide the maximum current by 1,5.

NOTE 7 – For 70 µm copper thickness, multiply the maximum current by 1,3.

NOTE 8 – For tracks passing under components dissipating 0,25 W or more either normally or under fault conditions, divide the maximum current specified by 1,5.

NOTE 9 – At terminations of components dissipating 0,25 W or more either normally or under fault conditions, and for 1,00 mm along the conductor, either multiply the track width by 3 or divide the maximum current specified by 2. If the track goes under the component, apply the factor specified in note 8 in addition.

6.2.4 Small components

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

- when tested in accordance with 10.7, small components shall not cause ignition of the flammable mixture and any deformation or deterioration caused by the higher temperature shall not impair the type of protection;
- for T4 and Group I classification, small components shall conform to table 3;
- for T5 classification, the surface temperature of a component with a surface area smaller than 10 cm² (excluding lead wires) shall not exceed 150 °C.

Tableau 3 – Bases de classement en T4 en fonction de la taille du composant et de la température ambiante

Surface totale sans les conducteurs de sortie	Exigences pour le classement en T4 et Groupe I
<20 mm ²	Température de surface ≤275 °C
≥20 mm ²	Puissance dissipée ≤1,3 W *
≥20 mm ² <10 cm ²	Température de surface ≤200 °C
* Réduit à 1,2 W pour une température ambiante de 60 °C ou à 1,0 W pour une température ambiante de 80 °C.	

Pour les potentiomètres, la surface à considérer est celle de l'élément résistant et non la surface externe du composant. Les conditions d'implantation, et l'effet de dissipation thermique et de refroidissement de toute la structure du potentiomètre doivent être pris en considération pendant l'essai. La température doit être mesurée sur la piste avec le courant qui circule dans les conditions de «ia» ou «ib» selon le cas. Si cela conduit à une valeur de résistance de moins de 10 % de la valeur de résistance de la piste, la mesure doit être faite à 10 % de la valeur de résistance de la piste.

6.3 Dispositifs de raccordement des circuits externes

6.3.1 Bornes de raccordement

En plus de satisfaire aux prescriptions du tableau 4, les bornes de raccordement des circuits de sécurité intrinsèque doivent être séparées des bornes de raccordement des circuits non de sécurité intrinsèque par une ou plusieurs des méthodes décrites en a) ou b).

Ces méthodes de séparation doivent aussi être appliquées lorsque la sécurité intrinsèque peut être compromise par le câblage externe qui, se déconnectant du bornier de raccordement, peut venir en contact avec des conducteurs ou des composants.

NOTE – Il convient que les bornes de raccordement pour la connexion de circuits externes à des matériels à sécurité intrinsèque et à des matériels associés soient implantées de telle manière que les composants ne soient pas endommagés au moment de la réalisation des connexions.

- a) Lorsque la séparation est assurée par l'éloignement, la distance entre deux bornes doit être d'au moins 50 mm. Des précautions doivent être prises dans la disposition des bornes et dans la méthode de câblage utilisée afin qu'aucun contact entre circuits ne puisse se produire si un fil se déconnecte.
- b) Lorsque la séparation est obtenue en plaçant les bornes des circuits de sécurité intrinsèque et non de sécurité intrinsèque dans des enveloppes séparées, ou par l'utilisation entre bornes soit d'une cloison isolante soit d'une cloison métallique reliée à la terre avec un couvercle commun, les dispositions suivantes s'appliquent:
 - 1) les cloisons utilisées pour séparer les bornes doivent être prolongées jusqu'à moins de 1,5 mm des parois de l'enveloppe, ou bien assurer une distance minimale de 50 mm entre les bornes, la mesure étant effectuée dans toutes les directions autour de la cloison;
 - 2) les cloisons métalliques doivent être mises à la terre et être suffisamment solides et rigides pour ne pas pouvoir être détériorées durant le câblage sur site. De telles cloisons doivent avoir une épaisseur d'au moins 0,45 mm ou être conformes à 10.10.2 si leur épaisseur est plus faible. De plus, les cloisons métalliques doivent pouvoir écouler suffisamment de courant pour éviter de se percer par échauffement ou de couper la liaison à la terre dans les conditions de défaut;
 - 3) 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 doivent avoir au moins 0,9 mm d'épaisseur, ou être conformes à 10.10.2 si leur épaisseur est plus faible.

Table 3 – Assessment for T4 classification according to component size and ambient temperature

Total surface area excluding lead wires	Requirement for T4 and Group I classification
<20 mm ²	Surface temperature ≤275 °C
≥20 mm ²	Power dissipation ≤1,3 W*
≥20 mm ² <10 cm ²	Surface temperature ≤200 °C
* Reduced to 1,2 W with 60 °C ambient temperature or 1,0 W with 80 °C ambient temperature.	

For potentiometers, the surface to be considered shall be that of the resistance element and not the external surface of the component. The mounting arrangement, and heatsinking and cooling effect of the overall potentiometer construction shall be taken into consideration during the test. Temperature shall be measured on the track with that current which flows under conditions of "ib" or "ia", as appropriate. If this results in a resistance value of less than 10 % of the track resistance value, the measurement shall be carried out at 10 % of the track resistance value.

6.3 Facilities for connection of external circuits

6.3.1 Terminals

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 given in a) or b).

These methods of separation shall also be applied where intrinsic safety can be impaired by external wiring which, if disconnected from the terminal, can come into contact with conductors or components.

NOTE – Terminals for connection of external circuits to intrinsically safe apparatus and associated apparatus should be so arranged that components will not be damaged when making the connections.

- a) When separation is accomplished by distance then the clearance between 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) When separation is 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, the following applies:
 - 1) partitions used to separate terminals shall extend to within 1,5 mm of the enclosure walls, or alternatively shall provide a minimum distance of 50 mm between the terminals when measured in any direction around the partition;
 - 2) 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 shall be at least 0,45 mm thick or shall conform to 10.10.2 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;
 - 3) non-metallic insulating partitions shall have sufficient thickness and shall be so supported that they cannot readily be deformed in a manner that would defeat their purpose. Such partitions shall be at least 0,9 mm thick, or shall conform to 10.10.2 if of lesser thickness.

Les distances dans l'air entre les parties conductrices nues des éléments de raccordement de différents circuits de sécurité intrinsèque doivent être égales ou supérieures aux valeurs du tableau 4. De plus, les distances entre éléments de raccordement doivent être telles que les distances entre les parties conductrices nues des conducteurs externes connectés soient au moins de 6 mm lorsqu'elles sont mesurées selon la figure 1. Tout mouvement possible des parties métalliques non fixées rigidement doit être pris en considération.

La distance dans l'air minimale entre les parties conductrices nues de conducteurs externes reliés aux bornes et des parties conductrices métalliques reliées à la terre ou autres doit être de 3 mm, à moins que la possibilité de connexion n'ait été prise en compte lors de l'analyse de la sécurité.

Tableau 4 – Distances dans l'air, lignes de fuite et distances de séparation

1	Tension (valeur de crête) V		10	30	60	90	190	375	550	750	1 000	1 300	1 575	3,3 k	4,7 k	9,5 k	15,6 k
2	Distance dans l'air mm		1,5	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	10,0	14,0	16,0				
3	Distance de séparation au travers du composé de moulage mm		0,5	0,7	1,0	1,3	1,7	2,0	2,4	2,7	3,3	4,6	5,3	9,0	12,0	20,0	33,0
4	Distance de séparation au travers d'une isolation solide mm		0,5	0,5	0,5	0,7	0,8	1,0	1,2	1,4	1,7	2,3	2,7	4,5	6,0	10,0	16,5
5	Ligne de fuite dans l'air mm		1,5	2,0	3,0	4,0	8,0	10,0	15,0	18,0	25,0	36,0	49,0				
6	Ligne de fuite sous revêtement mm		0,5	0,7	1,0	1,3	2,6	3,3	5,0	6,0	8,3	12,0	16,3				
7	Indice de résistance au cheminement (IRC)	ia	100	100	100	175	175	275	275	275	275	275	275				
		ib		100	100	100	175	175	175	175	175	175	175				

NOTE 1 – Sauf pour les distances de séparation, aucune valeur n'est actuellement proposée pour les tensions supérieures à 1 575 V.

NOTE 2 – Pour les tensions inférieures à 10 V, il n'est pas prescrit que l'IRC des matériaux isolants soit spécifié.

6.3.2 Prises de courant

Les prises de courant utilisées pour la liaison de circuits de sécurité intrinsèque externes doivent être disposées séparément et être non interchangeables avec celles employées pour les circuits non de sécurité intrinsèque.

The clearances between bare conducting parts of terminals of separate intrinsically safe circuits shall be equal to or exceed the values given in table 4. In addition, the clearances between terminals shall be such that the clearances between the bare conducting parts of connected external conductors are at least 6 mm when measured in accordance with figure 1. Any possible movement of metallic parts which are not rigidly fixed shall be taken into account.

The minimum clearance between the bare conducting parts of external conductors connected to terminals and earthed metal or other conducting parts shall be 3 mm, unless the possible interconnection has been taken into account in the safety analysis.

Table 4 – Clearances, creepage distances and separations

1	Voltage (peak value) V		10	30	60	90	190	375	550	750	1 000	1 300	1 575	3,3 k	4,7 k	9,5 k	15,6 k
2	Clearance mm		1,5	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	10,0	14,0	16,0				
3	Separation distance through casting compound mm		0,5	0,7	1,0	1,3	1,7	2,0	2,4	2,7	3,3	4,6	5,3	9,0	12,0	20,0	33,0
4	Separation distance through solid insulation mm		0,5	0,5	0,5	0,7	0,8	1,0	1,2	1,4	1,7	2,3	2,7	4,5	6,0	10,0	16,5
5	Creepage distance in air mm		1,5	2,0	3,0	4,0	8,0	10,0	15,0	18,0	25,0	36,0	49,0				
6	Creepage distance under coating mm		0,5	0,7	1,0	1,3	2,6	3,3	5,0	6,0	8,3	12,0	16,3				
7	Comparative tracking index (CTI)	ia	100	100	100	175	175	275	275	275	275	275	275				
		ib	100	100	100	175	175	175	175	175	175	175	175				

NOTE 1 – Except for separation distances, no values for voltages higher than 1 575 V are proposed at present.
NOTE 2 – At voltages up to 10 V, the CTI of insulating materials is not required to be specified.

6.3.2 Plugs and sockets

Plugs and sockets used for connection of external intrinsically safe circuits shall be separate from and non-interchangeable with those for non-intrinsically safe circuits.

Lorsqu'un matériel de sécurité intrinsèque ou un matériel associé est équipé de plus d'une prise de courant pour des connexions externes et que la permutation pourrait affecter le mode de protection, de telles prises de courant doivent être équipées (par exemple d'un 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.

Lorsqu'une prise de courant n'est pas fournie équipée de ses conducteurs, les éléments de raccordement doivent satisfaire à 6.3.1. Cependant, si les connexions imposent l'emploi d'un outil spécial, par exemple un outil de sertissage, de façon qu'il ne soit pas possible qu'un brin de conducteur devienne libre, les éléments de raccordement doivent seulement être conformes au tableau 4.

Si un connecteur comporte des circuits mis à la terre et si le mode de protection dépend de la liaison à la terre, ce connecteur doit être construit selon 6.6.

6.3.3 Détermination du rapport externe maximal de l'inductance à la résistance (L_o/R_o) pour des sources de puissance limitées par résistance

Le rapport externe maximal de l'inductance à la résistance (L_o/R_o) qui peut être branché à une source limitée par résistance doit être calculé par la formule suivante. Cette formule tient compte d'un coefficient de sécurité de 1,5 sur le courant et ne doit pas être utilisée lorsque C_i aux bornes de sortie de la source dépasse 1 % de C_o .

$$\frac{L_o}{R_o} = \frac{8e R_i + (64 e^2 R_i^2 - 72 U_o^2 e L_i)^{1/2}}{4,5 U_o^2} \text{ H}/\Omega$$

où

e est l'énergie minimale d'inflammation dans l'éclateur, en joules, ayant pour valeur:

- pour les matériels du Groupe I: 525 μJ
- pour les matériels du Groupe IIA: 320 μJ
- pour les matériels du Groupe IIB: 160 μJ
- pour les matériels du Groupe IIC: 40 μJ

R_i est la résistance de sortie minimale de la source de puissance, en ohms;

U_o est la tension maximale en circuit ouvert, en volts;

L_i est l'inductance maximale présente aux bornes de la source, en henrys.

Si $L_i = 0$

alors

$$\frac{L_o}{R_o} = \frac{32 e R_i}{9 U_o^2} \text{ H}/\Omega$$

Lorsqu'un coefficient de sécurité de 1 est prescrit, on doit multiplier la valeur de L_o/R_o par 2,25.

NOTE – L'utilisation normale du rapport L_o/R_o est relative aux paramètres répartis, par exemple des câbles. Son emploi pour des inductances et résistances localisées nécessite des précautions particulières.

Where intrinsically safe or associated apparatus is fitted with more than one plug and socket for external 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.

Where a plug or a socket is not prefabricated with its wires, the connecting facilities shall conform to 6.3.1. If, however, the connections require the use of a special tool, for example by crimping, such that there is no possibility of a strand of wire becoming free, then the connection facilities need only conform to table 4.

Where a connector carries earthed circuits and the type of protection depends on the earth connection, then the connector shall be constructed in accordance with 6.6.

6.3.3 Determination of maximum external inductance to resistance ratio (L_o/R_o) for resistance limited power source

The maximum external inductance to resistance ratio (L_o/R_o) which may be connected to a resistance limited power source shall be calculated using the following formula. This formula takes account of a 1,5 factor of safety on current and shall not be used where C_i for the output terminals of the apparatus exceeds 1 % of C_o .

$$\frac{L_o}{R_o} = \frac{8e R_i + (64 e^2 R_i^2 + 72 U_o^2 e L_i)^{1/2}}{4,5 U_o^2} \text{ H}/\Omega$$

where

e is the minimum spark-test apparatus ignition energy in joules, and is for

- Group I apparatus: 525 μJ
- Group IIA apparatus: 320 μJ
- Group IIB apparatus: 160 μJ
- Group IIC apparatus: 40 μJ

R_i is the minimum output resistance of the power source, in ohms;

U_o is the maximum open circuit voltage, in volts;

L_i is the maximum inductance present at the power source terminals, in henries.

If $L_i = 0$

then

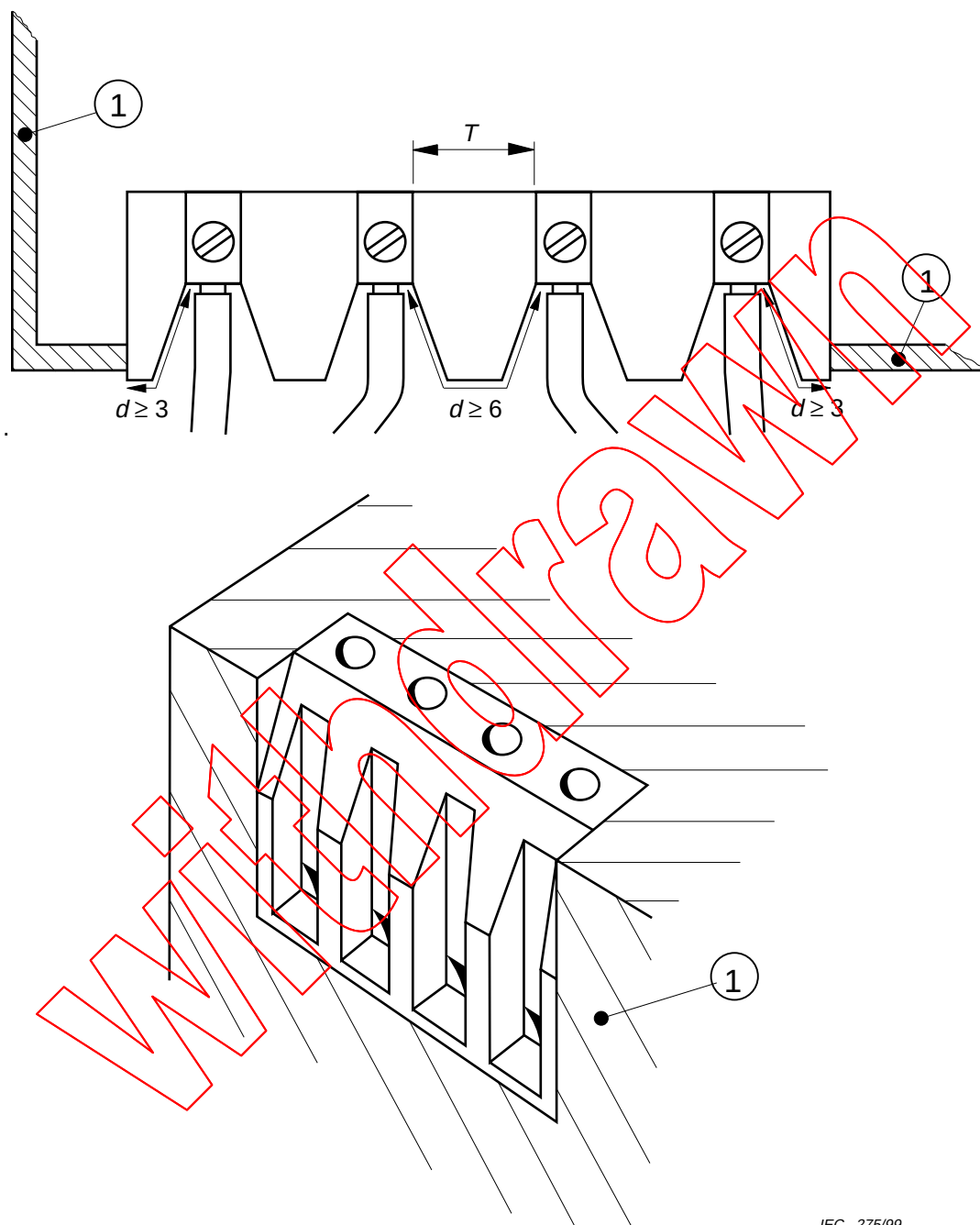
$$\frac{L_o}{R_o} = \frac{32 e R_i}{9 U_o^2} \text{ H}/\Omega$$

Where a safety factor of 1 is required, this value for L_o/R_o shall be multiplied by 2,25.

NOTE – The normal application of the L_o/R_o ratio is for distributed parameters, for example cables. Its use for lumped values for inductance and resistance requires special consideration.

6.3.4 Câble solidaire en permanence

Les matériels électriques construits avec un câble solidaire en permanence doivent satisfaire aux prescriptions de 10.13.



IEC 275/99

Dimensions en millimètres

Légendes

① Couche conductrice

T Distance dans l'air et ligne de fuite selon le tableau 4

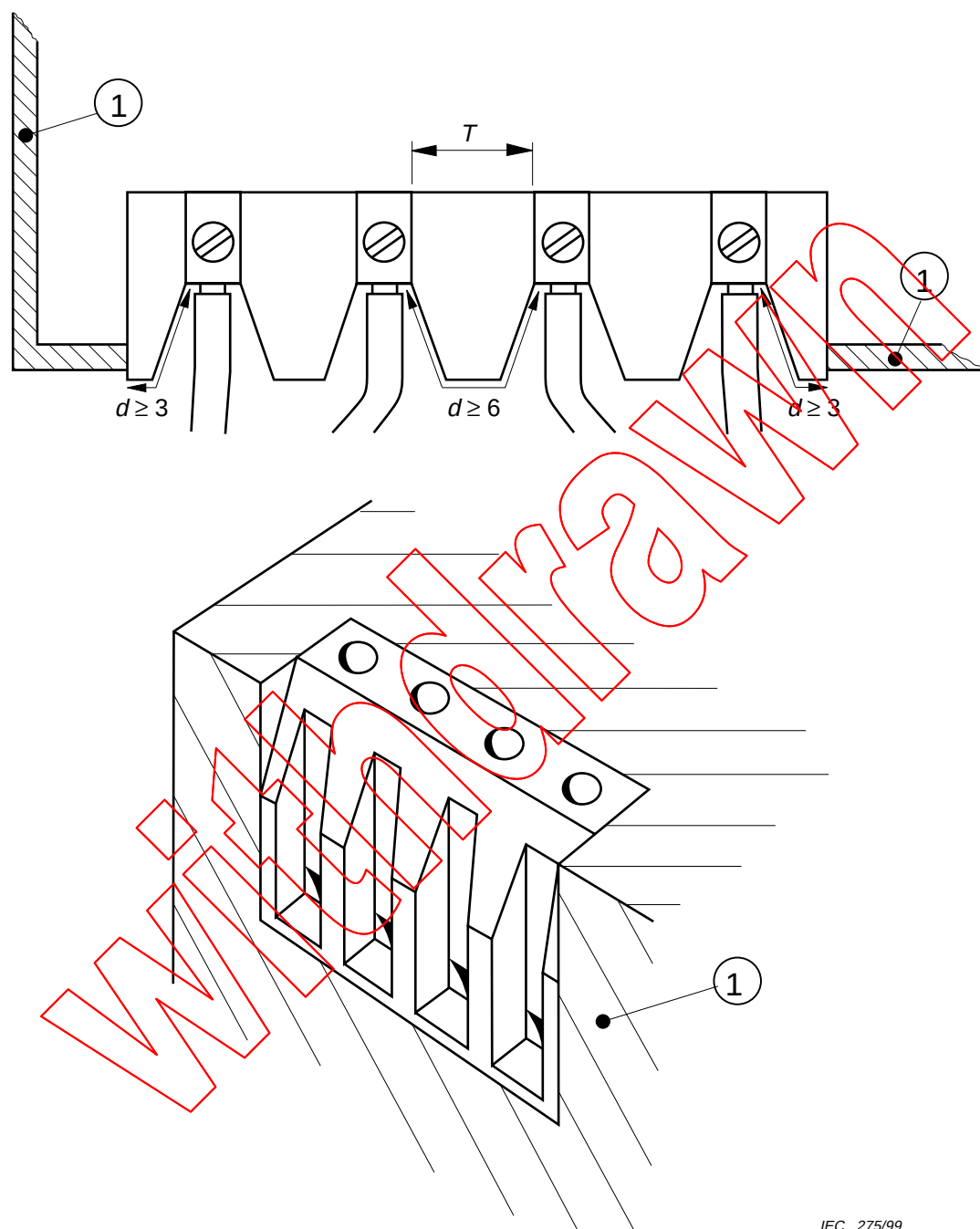
d Distance dans l'air et ligne de fuite selon 6.3.1

NOTE – Les dimensions indiquées sont les lignes de fuite et les distances dans l'air autour de l'isolant comme indiqué ci-dessus, mais pas l'épaisseur de l'isolant.

Figure 1 – Exigences relatives aux distances dans l'air et lignes de fuite pour des bornes recevant des circuits de sécurité intrinsèque distincts

6.3.4 Permanently connected cable

Apparatus constructed with a permanently connected cable shall conform to 10.13.



IEC 275/99

Dimensions in millimetres

Key

① Conductive cover

T Clearance and creepage distances in accordance with table 4

d Clearance and creepage distances in accordance with 6.3.1

NOTE – The dimensions shown are the creepage and clearance distances around the insulation as indicated above, not the thickness of the insulation.

Figure 1 – Clearance and creepage distance requirements for terminals carrying separate intrinsically safe circuits

6.4 Distances de séparation

6.4.1 Séparation des parties conductrices

La séparation des parties conductrices entre

- des circuits de sécurité intrinsèque et non de sécurité intrinsèque, ou
- différents circuits de sécurité intrinsèque, ou
- un circuit et des parties métalliques isolées ou mises à la terre,

doit être conforme à ce qui suit si le mode de protection dépend de la séparation.

Les distances de séparation doivent être mesurées ou évaluées en tenant compte de tout déplacement possible des conducteurs ou des parties conductrices. Les tolérances de fabrication ne doivent pas réduire ces distances de plus de 10 % ou 1 mm, selon la plus faible des deux valeurs.

Si la séparation est conforme au tableau 4, elle doit être considérée comme non sujette à défaillance à une résistance d'isolation plus basse.

De plus petites distances, mais qui sont supérieures au tiers des valeurs prescrites dans le tableau 4, doivent être considérées comme sujettes à défauts de court-circuit pris en compte.

Si les distances de séparation sont inférieures au tiers des valeurs prescrites au tableau 4, elles doivent être considérées comme étant sujettes à défauts de court-circuit non pris en compte si cela compromet la sécurité intrinsèque.

Les prescriptions de séparation ne s'appliquent pas lorsqu'une partie métallique mise à la terre, par exemple un câblage imprimé ou une cloison, sépare un circuit de sécurité intrinsèque d'autres circuits, à condition que le claquage par rapport à la terre n'affecte pas défavorablement le mode de protection et que la partie conductrice mise à la terre puisse écouler le courant maximal qui circulerait dans les conditions de défaut.

NOTE 1 – Par exemple, le mode de protection dépend de la séparation de parties métalliques mises à la terre ou isolées si une résistance de limitation de courant peut être shuntée par des courts-circuits entre le circuit et la partie métallique mise à la terre ou isolée.

Une cloison métallique mise à la terre doit être résistante et rigide de manière qu'elle ne puisse être endommagée et elle doit avoir une épaisseur et une capacité d'écoulement du courant suffisantes pour prévenir le percement par brûlure ou la perte de mise à la terre dans les conditions de défaut. Une cloison doit soit avoir une épaisseur d'au moins 0,45 mm et être fixée à une partie métallique rigide et mise à la terre du matériel, soit être conforme à 10.10.2 si son épaisseur est plus faible.

Lorsqu'une cloison non métallique isolante ayant un IRC adéquat est disposée entre les parties conductrices, les distances dans l'air, les lignes de fuite et les autres distances de séparation doivent être mesurées autour de la cloison lorsque la cloison a une épaisseur d'au moins 0,9 mm, ou bien, lorsque son épaisseur est plus faible, la cloison doit être conforme à 10.10.2.

NOTE 2 – Les méthodes d'évaluation sont données à l'annexe C.

6.4 Separation distances

6.4.1 Separation of conductive parts

Separation of conductive parts between

- intrinsically safe and non-intrinsically safe circuits, or
- different intrinsically safe circuits, or
- a circuit and earthed or isolated metal parts,

shall conform to the following if the type of protection depends on the separation.

Separation distances shall be measured or assessed taking into account any possible movement of the conductors or conductive parts. Manufacturing tolerances shall not reduce the distances by more than 10 % or 1 mm, whichever is the smaller.

If the separation conforms to table 4, it shall be considered as not subject to failure to a lower insulation resistance.

Smaller separation distances, which exceed one-third of the values specified in table 4, shall be considered as subject to countable short-circuit faults.

If separation distances are less than one-third of the values specified in table 4, they shall be considered as subject to non-countable short-circuit faults if this impairs intrinsic safety.

Separation requirements shall not apply where earthed metal, for example 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 that the earthed conductive part can carry the maximum current that would flow under fault conditions.

NOTE 1 – For example, the type of protection does depend on the separation to earthed or isolated metallic parts if a current-limiting resistor can be bypassed by short circuits between the circuit and the earthed or isolated metallic part.

An earthed metal partition shall have strength and rigidity so that it is unlikely to be damaged and shall be of sufficient thickness and of sufficient current-carrying capacity to prevent burn-through or loss of earth under fault conditions. A partition either shall be at least 0,45 mm thick and attached to a rigid, earthed metal portion of the device, or shall conform to 10.10.2 if of lesser thickness.

Where a non-metallic insulating partition having an appropriate CTI is placed between the conductive parts, the clearances, creepage distances and other separation distances either shall be measured around the partition provided that the partition has a thickness of at least 0,9 mm, or shall conform to 10.10.2 if of lesser thickness.

NOTE 2 – Methods of assessment are given in annex C.

6.4.2 Tension entre parties conductrices

La tension qui est prise en considération lorsqu'on utilise le tableau 4 est la tension entre tout couple de parties conductrices dont la séparation a une incidence sur le mode de protection du circuit pris en considération, à savoir, par exemple (voir figure 3), la tension entre un circuit de sécurité intrinsèque et

- une partie du même circuit qui n'est pas de sécurité intrinsèque, ou
- des circuits non de sécurité intrinsèque, ou
- d'autres circuits de sécurité intrinsèque.

La valeur de la tension à considérer est l'une ou l'autre de celles indiquées ci-après.

- a) Pour les circuits qui sont galvaniquement séparés dans le matériel, la valeur de tension à considérer entre les circuits doit être la plus haute tension qui peut apparaître à travers la séparation lorsque les deux circuits sont connectés ensemble en tout point, et qui est issue
- des tensions nominales des circuits, ou
 - des tensions maximales, définies par le constructeur, qui peuvent sans dommage être appliquée aux circuits, ou
 - de toute tension produite à l'intérieur du même matériel.

Lorsqu'une des tensions est inférieure à 20 % de l'autre, elle n'est pas prise en considération. Les tensions d'alimentation de réseau doivent être prises sans ajouter les tolérances normalisées de réseau. Pour de telles tensions sinusoïdales, la tension de crête à considérer est la suivante:

$\sqrt{2} \times$ la valeur efficace de la tension nominale.

- b) Entre des parties de circuit, la valeur de crête maximale de la tension qui peut être présente dans une quelconque partie du circuit. Cette valeur peut être la somme des tensions de différentes sources connectées à ce circuit. L'une des tensions n'a pas à être prise en considération si elle est inférieure à 20 % de l'autre.

Dans tous les cas, les tensions qui apparaissent dans les conditions de défaut définies à l'article 5 doivent, si cela est applicable, être considérées pour définir les valeurs maximales.

Toute tension externe doit être considérée comme ayant la valeur U_m ou U_i spécifiée pour les bornes sur lesquelles elle est appliquée. Les tensions transitoires telles que celles pouvant apparaître avant qu'un dispositif de protection, par exemple un fusible, ouvre le circuit, ne doivent pas être considérées lors de l'évaluation de la ligne de fuite, mais doivent être considérées lors de l'évaluation des distances dans l'air.

6.4.3 Distance dans l'air

Pour les mesures ou l'évaluation des distances dans l'air, les cloisons isolantes de moins de 0,9 mm d'épaisseur ou non conformes à 10.10.2 ne doivent pas être prises en considération. Les autres parties isolantes doivent respecter la ligne 4 du tableau 4.

Pour des tensions supérieures à 1 575 V crête, une cloison isolante de séparation ou une cloison métallique mise à la terre doit être utilisée. Dans l'un et l'autre cas la cloison doit respecter les prescriptions de 6.4.

6.4.2 Voltage between conductive parts

The voltage which is taken into account when using table 4 shall be the voltage between any two conductive parts for which the separation has an effect on the type of protection of the circuit under consideration, that is for example (see figure 3) the voltage between an intrinsically safe circuit and

- part of the same circuit which is not intrinsically safe, or
- non-intrinsically safe circuits, or
- other intrinsically safe circuits.

The value of voltage to be considered shall be either of the following, as applicable.

- a) For circuits which are galvanically separated within the apparatus, the value of voltage to be considered between the circuits, shall be the highest voltage that can appear across the separation when the two circuits are connected together at any one point, derived from
- the rated voltages of the circuits, or
 - the maximum voltages specified by the manufacturer which may safely be supplied to the circuits, or
 - any voltages generated within the same apparatus.

Where one of the voltages is less than 20 % of the other, it shall be ignored. Mains supply voltages shall be taken without the addition of standard mains tolerances. For such sinusoidal voltages, peak voltage shall be considered to be the following:

$\sqrt{2} \times \text{r.m.s. value of the rated voltage.}$

- b) Between parts of a circuit: the maximum peak value of the voltage that can occur in either part of that circuit. This may be the sum of the voltages of different sources connected to that circuit. One of the voltages may be ignored if it is less than 20 % of the other.

In all cases voltages which arise during the fault conditions of clause 5 shall, where applicable, be used to derive the maximum.

Any external voltage shall be assumed to have the value U_m or U_i declared for the connection facilities through which it enters. Transient voltages such as might exist before a protective device, for example a fuse, opens the circuit shall not be considered when evaluating the creepage distance, but shall be considered when evaluating clearances.

6.4.3 Clearance

In measuring or assessing clearances between conductive parts, insulating partitions of less than 0,9 mm thickness, or which do not conform to 10.10.2, shall be ignored. Other insulating parts shall conform to line 4 of table 4.

For voltages higher than 1 575 V peak, an interposing insulating partition or earthed metal partition shall be used. In either case, the partition shall conform to 6.4.

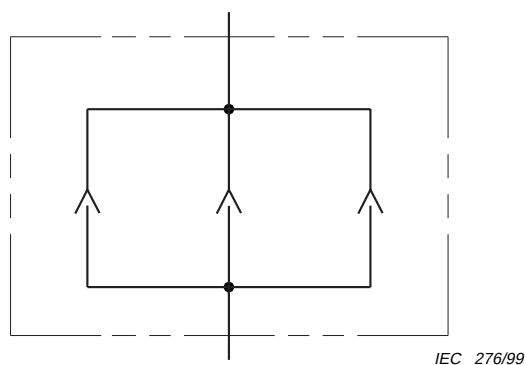


Figure 2a – Exemple de trois éléments de connexion indépendants

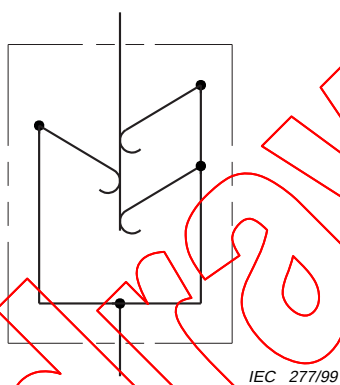


Figure 2b – Exemple de trois éléments de connexion qui ne sont pas indépendants

Figure 2 – Exemples d'éléments de connexion indépendants et non indépendants

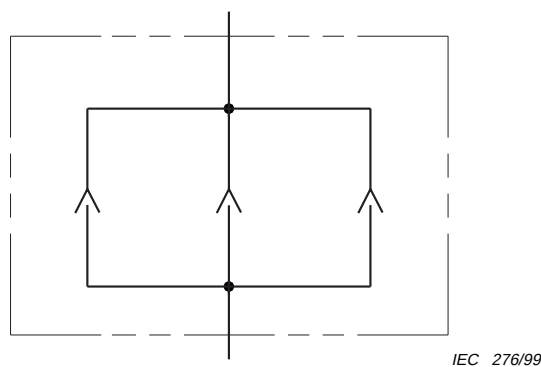


Figure 2a – Example of three independent connecting elements

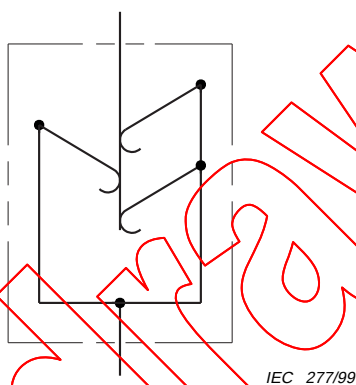


Figure 2b – Example of three connecting elements which are not independent

Figure 2 – Examples of independent and non-independent connecting elements

6.4.4 Distances de séparation au travers d'un composé de moulage et prescriptions pour ce composé

Le composé de moulage doit répondre aux prescriptions suivantes:

- a) avoir une température d'emploi, spécifiée par le fabricant du composé de moulage ou du matériel, qui soit au moins égale à la température maximale atteinte par tout composant lorsque l'encapsulage est réalisé;

Cependant, des températures plus élevées que la température assignée pour le composé de moulage sont permises à condition qu'elles ne provoquent aucun dommage au composé qui compromettrait le mode de protection.

- b) présenter sur sa surface libre une valeur d'IRC au moins égale à celle spécifiée au tableau 4 si des parties conductrices nues émergent du composé de moulage;

Seul un matériau dur, par exemple de la résine époxyde, peut avoir sa surface libre exposée et non protégée, formant ainsi partie de l'enveloppe (voir figure D.1). Il doit satisfaire aux prescriptions de 10.10.1.

- c) être adhérent à toutes les parties conductrices, composants et supports de base, sauf s'ils sont complètement pris dans le composé de moulage;

- d) être défini par son nom générique et sa désignation de type donnés par le fabricant du composé de moulage;

Pour les matériels de sécurité intrinsèque, tous les circuits reliés aux parties conductrices encapsulées et/ou aux composants et/ou aux parties nues dépassant du composé de moulage doivent être de sécurité intrinsèque. Des conditions de défaut à l'intérieur du composé de moulage doivent être considérées, mais non la possibilité d'inflammation par étincelle.

Si les circuits reliés aux parties conductrices encapsulées et/ou aux composants et/ou aux parties nues dépassant du composé de moulage ne sont pas de sécurité intrinsèque, ils doivent être protégés par un autre mode de protection donné dans la CEI 60079-0.

La distance minimale de séparation entre les parties conductrices et les composants encapsulés, et la surface libre du composé de moulage doit être au moins égale à la moitié des valeurs de la ligne 3 du tableau 4, avec une distance minimale de 1 mm. Lorsque le composé de moulage est en contact direct avec une enveloppe en matériau isolant répondant aux prescriptions de la ligne 4 du tableau 4, aucune autre séparation n'est requise (voir figure D.1).

L'isolation du circuit encapsulé doit être conforme à 6.4.12.

La défaillance d'un composant encapsulé ou hermétiquement scellé, par exemple un semi-conducteur, utilisé conformément à 7.1 et dont les distances dans l'air internes et les distances au travers de l'encapsulage ne sont pas définies, est à considérer comme un unique défaut pris en compte.

Des prescriptions complémentaires sont données à l'annexe D.

6.4.5 Distances de séparation au travers d'une isolation solide

Une isolation solide est une isolation qui est extrudée ou moulée mais non coulée. Elle doit avoir une rigidité diélectrique conforme à 6.4.12 lorsque la distance de séparation est en conformité avec le tableau 4.

NOTE 1 – Si l'isolant est fabriqué à partir de deux ou plusieurs pièces de matériau isolant qui sont solidement réunies ensemble, le composite peut être considéré comme solide.

NOTE 2 – Pour les besoins de cette norme, une isolation solide est considérée être préfabriquée, par exemple une feuille ou un fourreau ou une isolation élastomère sur un conducteur.

NOTE 3 – Les vernis et revêtements similaires ne sont pas considérés comme des isolations solides.

6.4.4 Separation distances through and requirements of casting compound

The casting compound shall conform to the following:

- a) have a temperature rating, specified by the manufacturer of the casting compound or apparatus, which is at least equal to the maximum temperature achieved by any component under encapsulated conditions;

Alternatively higher temperatures than the rated casting compound temperature shall be accepted provided that they do not cause any damage to the casting compound that would adversely affect the type of protection.

- b) have at its free surface a CTI value of at least that specified in table 4 if any bare conductive parts protrude from the casting compound;

Only hard material, for example epoxy resin, shall have its free surface exposed and unprotected, thus forming part of the enclosure (see figure D.1). It shall conform to 10.10.1.

- c) be adherent to all conductive parts, components and substrates except when they are totally enclosed by the casting compound;
- d) be specified by its generic name and type designation given by the manufacturer of the casting compound;

For intrinsically safe apparatus, all circuits connected to the encapsulated conductive parts and/or components and/or bare parts protruding from the casting compound shall be intrinsically safe. Fault conditions within the casting compound shall be assessed but the possibility of spark ignition shall not be considered.

If circuits connected to the encapsulated conductive parts and/or components and/or bare parts protruding from the casting compound are not intrinsically safe, they shall be protected by another type of protection listed in IEC 60079-0.

The minimum separation distance between encapsulated conductive parts and components, and the free surface of the casting compound shall be at least half the values shown in line 3 of table 4, with a minimum separation distance of 1 mm. When the casting compound is in direct contact with an enclosure of insulating material conforming to line 4 of table 4, no other separation is required (see figure D.1).

The insulation of the encapsulated circuit shall conform to 6.4.12.

The failure of a component which is encapsulated or hermetically sealed, for example a semiconductor, which is used in accordance with 7.1 and in which internal clearances and distances through encapsulant are not defined, is to be considered as a single countable fault.

Further requirements are given in annex D.

6.4.5 Separation distances through solid insulation

Solid insulation is insulation which is extruded or moulded but not poured. It shall have an electrical strength which conforms to 6.4.12 when the separation distance is in accordance with table 4.

NOTE 1 – If the insulator is fabricated from two or more pieces of electrical insulating material which are solidly bonded together, then the composite may be considered as solid.

NOTE 2 – For the purpose of this standard, solid insulation is considered to be prefabricated, for example sheet or sleeving or elastomeric insulation on wiring.

NOTE 3 – Varnish and similar coatings are not considered to be solid insulation.

6.4.6 Séparations composites

Lorsque des séparations sont composites, par exemple de l'air puis une isolation, la distance totale de séparation doit être calculée en se référant, pour toutes les distances, à une seule ligne du tableau 4. Par exemple pour 60 V:

distance dans l'air (ligne 2) = $6 \times$ distance de séparation au travers d'une isolation solide (ligne 4);

distance dans l'air (ligne 2) = $3 \times$ distance de séparation au travers du composé de moulage (ligne 3);

distance dans l'air équivalente = distance dans l'air effective + ($3 \times$ toute distance de séparation supplémentaire au travers de l'encapsulation) + ($6 \times$ toute distance de séparation supplémentaire au travers d'une isolation solide).

Pour être infaillible, le résultat obtenu ci-dessus ne doit pas être inférieur à la distance dans l'air spécifiée au tableau 4.

Toute distance dans l'air ou distance de séparation qui est inférieure au tiers de la valeur spécifié au tableau 4 ne doit pas être prise en considération lors du calcul.

6.4.7 Ligne de fuite dans l'air

Pour les lignes de fuite dans l'air spécifiées à la ligne 5 du tableau 4, le matériau isolant doit respecter les prescriptions de la ligne 7 du tableau 4 qui définit l'indice de résistance au cheminement (IRC) minimal, mesuré selon la CEI 60112. La méthode de mesure ou d'évaluation de ces distances doit être conforme à la figure 4.

Lorsqu'un raccord est collé, la colle doit être un matériau ayant des propriétés isolantes équivalentes à celles du matériau voisin.

Lorsque la ligne de fuite est constituée de la somme de distances plus faibles, par exemple lorsqu'une partie conductrice est interposée, les distances de moins d'un tiers de la valeur considérée de la ligne 5 du tableau 4 ne doivent pas être prises en compte. Pour les tensions supérieures à 1 575 V en valeur de crête, une séparation par une cloison isolante ou par une cloison métallique mise à la terre doit être utilisée. Dans les deux cas, la cloison doit respecter les prescriptions de 6.4.1.

6.4.6 Composite separations

Where separations are composite, for example through a combination of air and insulation, the total separation shall be calculated on the basis of referring all separations to one line of table 4. For example at 60 V:

clearance (line 2) = $6 \times$ separation through solid insulation (line 4);

clearance (line 2) = $3 \times$ separation through casting compound (line 3);

equivalent clearance = actual clearance + $(3 \times$ any additional separation through encapsulant) + $(6 \times$ any additional separation through solid insulation).

To be infallible, the above result shall be not less than the clearance value specified in table 4.

Any clearance or separation which is below one-third of the relevant value specified in table 4 shall be ignored for the purpose of calculation.

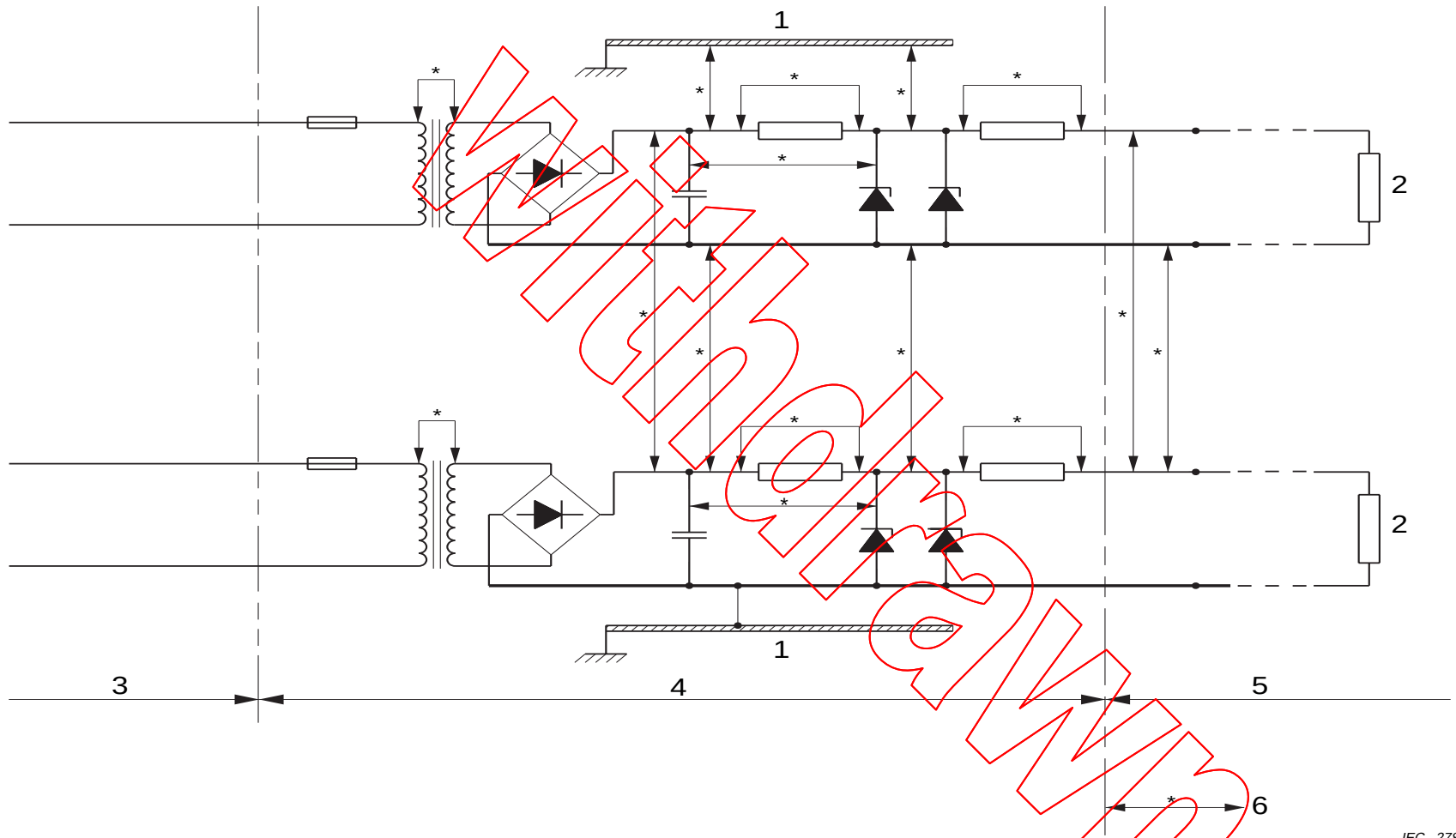
6.4.7 Creepage distance in air

For the creepage distances in air specified in line 5 of table 4, the insulating material shall conform to line 7 of table 4 which specifies the minimum comparative tracking index (CTI) measured in accordance with IEC 60112. The method of measuring or assessing these distances shall be in accordance with figure 4.

Where a joint is cemented, the cement shall have insulation properties equivalent to those of the adjacent material.

Where the creepage distance is made up from the addition of shorter distances, for example where a conductive part is interposed, distances of less than one-third the relevant value in line 5 of table 4 shall not be taken into account. For voltages higher than 1 575 V peak, an interposing insulating partition or earthed metallic partition shall be used. In either case, the partition shall conform to 6.4.1.

IEC 278/99



Légende

1 Châssis

2 Charge

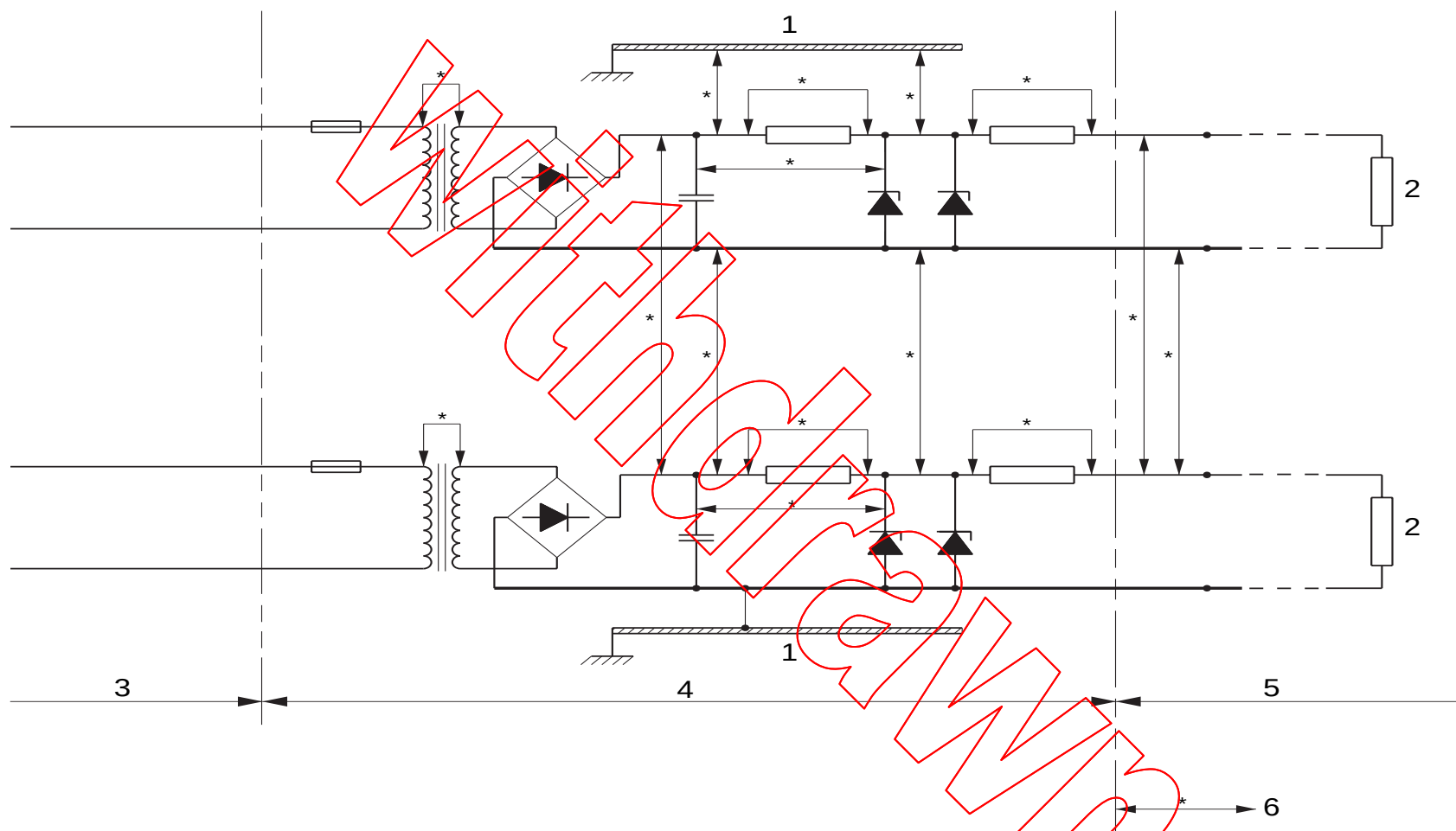
3 Circuit non de sécurité intrinsèque défini par U_m

4 Partie de circuit de sécurité intrinsèque, elle-même non de sécurité intrinsèque

5 Circuit de sécurité intrinsèque

6 $\longleftrightarrow$ Dimensions auxquelles le tableau 4 s'applique

Figure 3 – Séparation de parties conductrices



IEC 278/99

Key

1 Chassis

2 Load

3 Non-intrinsically safe circuit defined by U_m

4 Part of intrinsically safe circuit not in itself intrinsically safe

5 Intrinsically safe circuit

6 $\longleftrightarrow$ Dimensions to which table 4 is applicable

Figure 3 – Separation of conducting parts

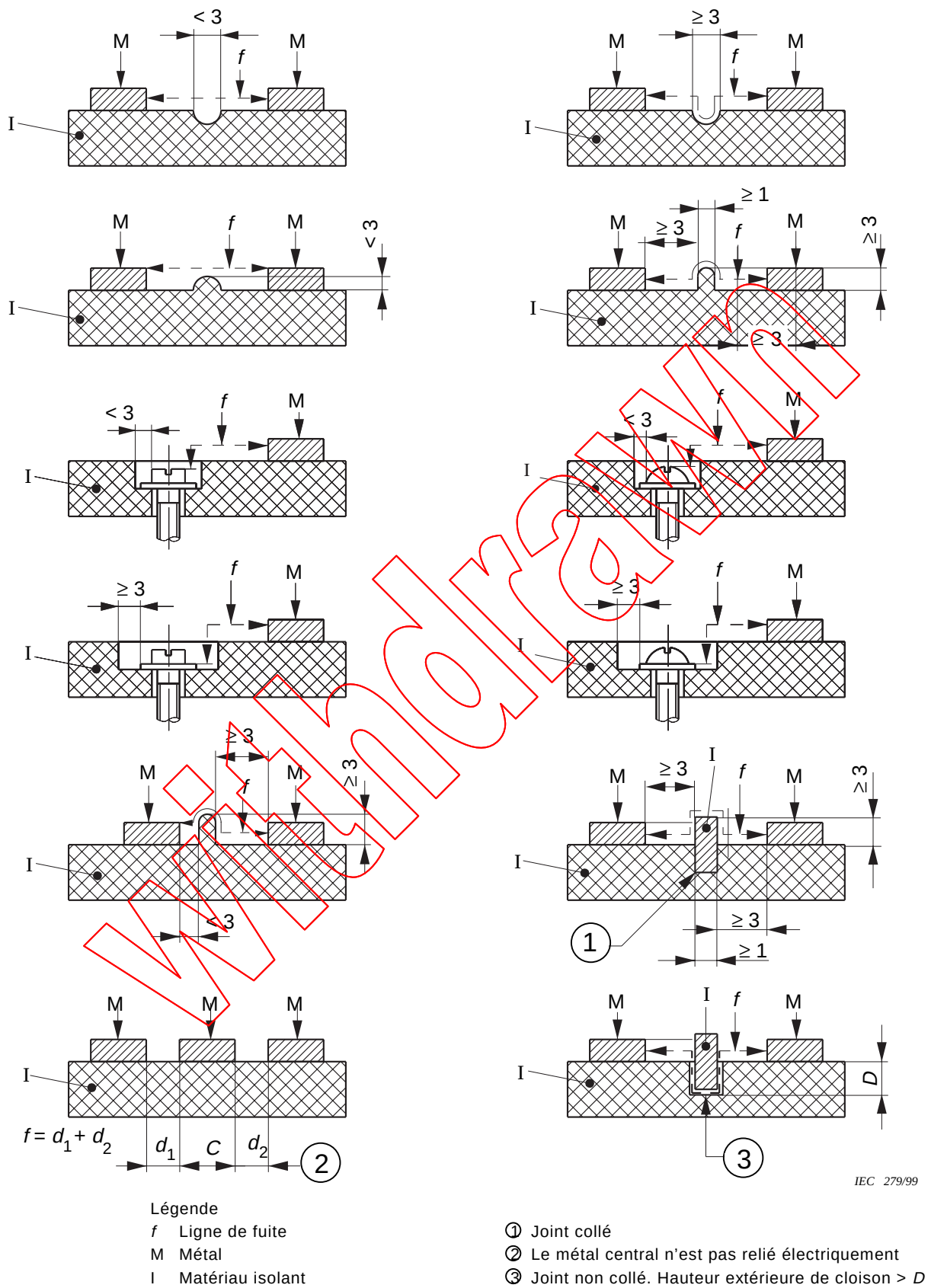


Figure 4 – Détermination des lignes de fuite (dans l'air)