

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE
NORME DE LA CEI

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION
IEC STANDARD

Publication 79-11

Deuxième édition — Second edition

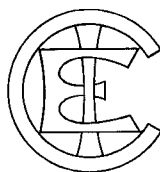
1984

Matériel électrique pour atmosphères explosives gazeuses

Onzième partie: Construction et épreuves du matériel à sécurité intrinsèque et du matériel associé

Electrical apparatus for explosive gas atmospheres

Part 11: Construction and test of intrinsically safe and associated apparatus



© CEI 1984

Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale

3, rue de Varembe

Genève, Suisse

Révision de la présente publication

Le contenu technique des publications de la CEI est constamment revu par la Commission afin d'assurer qu'il reflète bien l'état actuel de la technique.

Les renseignements relatifs à ce travail de révision, à l'établissement des éditions révisées et aux mises à jour peuvent être obtenus auprès des Comités nationaux de la CEI et en consultant les documents ci-dessous:

- **Bulletin de la CEI**
- **Annuaire de la CEI**
- **Catalogue des publications de la CEI**
Publié annuellement

Terminologie

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la Publication 50 de la CEI: Vocabulaire Electrotechnique International (VEI), qui est établie sous forme de chapitres séparés traitant chacun d'un sujet défini, l'Index général étant publié séparément. Des détails complets sur le VEI peuvent être obtenus sur demande.

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

Symboles graphiques et littéraux

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

- la Publication 27 de la CEI: Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique;
- la Publication 617 de la CEI: Symboles graphiques pour schémas.

Les symboles et signes contenus dans la présente publication ont été soit repris des Publications 27 ou 617 de la CEI, soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

Publications de la CEI établies par le même Comité d'Etudes

L'attention du lecteur est attirée sur la page 3 de la couverture, qui énumère les publications de la CEI préparées par le Comité d'Etudes qui a établi la présente publication.

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

- **IEC Bulletin**
- **IEC Yearbook**
- **Catalogue of IEC Publications**
Published yearly

Terminology

For general terminology, readers are referred to IEC Publication 50: International Electrotechnical Vocabulary (IEV), which is issued in the form of separate chapters each dealing with a specific field, the General Index being published as a separate booklet. Full details of the IEV will be supplied on request.

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

Graphical and letter symbols

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

- IEC Publication 27: Letter symbols to be used in electrical technology;
- IEC Publication 617: Graphical symbols for diagrams.

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

IEC publications prepared by the same Technical Committee

The attention of readers is drawn to the inside of the back cover, which lists IEC publications issued by the Technical Committee which has prepared the present publication.

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE
NORME DE LA CEI

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION
IEC STANDARD

Publication 79-11

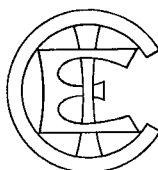
Deuxième édition — Second edition
1984

Matériel électrique pour atmosphères explosives gazeuses

Onzième partie: Construction et épreuves du matériel à sécurité intrinsèque et du matériel associé

Electrical apparatus for explosive gas atmospheres

Part 11: Construction and test of intrinsically safe and associated apparatus



© CEI 1984

Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

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

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

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale

3, rue de Varembe

Genève, Suisse

SOMMAIRE

	Pages
PRÉAMBULE	4
PRÉFACE	4
Articles	
1. Domaine d'application	8
2. Définitions	8
3. Groupement du matériel	10
4. Catégories du matériel	10
5. Température maximale de surface	12
6. Règles générales de construction	14
7. Composants	22
8. Composants infaillibles	24
9. Barrières de sécurité à diodes	28
10. Epreuves	32
11. Marquage	38
ANNEXE A – Guide pour la conception et l'évaluation des circuits de sécurité intrinsèque	42
FIGURES.	52

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
PREFACE	5
Clause	
1. Scope	9
2. Definitions	9
3. Grouping of apparatus	11
4. Categories of apparatus	11
5. Maximum surface temperature	13
6. General constructional requirements	15
7. Components	23
8. Infallible components	25
9. Shunt diode safety barrier assemblies	29
10. Tests	33
11. Marking	39
APPENDIX A – Guidance on design and assessment of intrinsically safe circuits	43
FIGURES	52

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

MATÉRIEL ÉLECTRIQUE POUR ATMOSPHÈRES EXPLOSIVES GAZEUSES**Onzième partie: Construction et épreuves du matériel à sécurité intrinsèque
et du matériel associé**

PRÉAMBULE

- 1) Les décisions ou accords officiels de la CEI en ce qui concerne les questions techniques, préparés par des Comités d'Etudes où sont représentés tous les Comités nationaux s'intéressant à ces questions, expriment dans la plus grande mesure possible un accord international sur les sujets examinés.
- 2) Ces décisions constituent des recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux.
- 3) Dans le but d'encourager l'unification internationale, la CEI exprime le vœu que tous les Comités nationaux adoptent dans leurs règles nationales le texte de la recommandation de la CEI, dans la mesure où les conditions nationales le permettent. Toute divergence entre la recommandation de la CEI et la règle nationale correspondante doit, dans la mesure du possible, être indiquée en termes clairs dans cette dernière.
- 4) La CEI n'a fixé aucune procédure concernant le marquage comme indication d'approbation et sa responsabilité n'est pas engagée quand il est déclaré qu'un matériel est conforme à l'une de ses recommandations.

PRÉFACE

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

Elle constitue la deuxième édition de la Publication 79-11 de la CEI et fait partie d'une série de publications relatives au matériel électrique à utiliser dans les atmosphères explosives gazeuses. Cette norme particulière couvre la construction et les essais du matériel à sécurité intrinsèque et du matériel associé.

Les parties suivantes de la Publication 79 de la CEI, dont le titre est modifié en Matériel électrique pour atmosphères explosives gazeuses, sont déjà parues:

- Règles générales (Publication 79-0).
- Construction, vérification et essais des enveloppes antidéflagrantes de matériel électrique (Publication 79-1).
- Annexe D: Méthode d'essai pour la détermination de l'interstice expérimental maximal de sécurité (Publication 79-1A).
- Matériel électrique à mode de protection «p» (Publication 79-2).
- Eclateur pour circuits de sécurité intrinsèque (Publication 79-3).
- Méthode d'essai pour la détermination de la température d'inflammation (Publications 79-4 et 79-4A).
- Protection par remplissage pulvérulent (Publications 79-5 et 79-5A).
- Matériel immergé dans l'huile (Publication 79-6).
- Construction, vérification et essais du matériel électrique en protection «e» (Publication 79-7).
- Classification des zones dangereuses (Publication 79-10).
- Classement des mélanges de gaz ou de vapeurs et d'air suivant leur interstice expérimental maximal de sécurité et leur courant minimal d'inflammation (Publication 79-12).
- Construction et exploitation de salles ou bâtiments protégés par surpression interne (Publication 79-13).
- Installations électriques en atmosphères explosives gazeuses (autres que les mines) (Publication 79-14).

Des projets relatifs à la première édition furent discutés lors des réunions tenues à Baden-Baden en 1971 et à La Haye en 1972. A la suite de cette dernière réunion, un projet, document 31G(Bureau Central)12, fut soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois en mars 1973. Après d'autres discussions, un projet modifié, document 31G(Bureau Central)14, fut soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Procédure des Deux Mois en août 1975.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

ELECTRICAL APPARATUS FOR EXPLOSIVE GAS ATMOSPHERES**Part 11: Construction and test of intrinsically-safe and associated apparatus**

FOREWORD

- 1) The formal decisions or agreements of the IEC on technical matters, prepared by Technical Committees on which all the National Committees having a special interest therein are represented, express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the subjects dealt with.
- 2) They have the form of recommendations for international use and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 3) In order to promote international unification, the IEC expresses the wish that all National Committees should adopt the text of the IEC recommendation for their national rules in so far as national conditions will permit. Any divergence between the IEC recommendation and the corresponding national rules should, as far as possible, be clearly indicated in the latter.
- 4) The IEC has not laid down any procedure concerning marking as an indication of approval and has no responsibility when an item of equipment is declared to comply with one of its recommendations.

PREFACE

This standard has been prepared by Sub-Committee 31G: Intrinsically-safe Apparatus, of IEC Technical Committee No. 31: Electrical Apparatus for Explosive Atmosphere.

It forms the second edition of IEC Publication 79-11 and is part of a series dealing with electrical apparatus for use in explosive gas atmospheres. This particular standard concerns the construction and tests of intrinsically-safe and associated apparatus.

The following parts of IEC Publication 79: Electrical Apparatus for Explosive Gas Atmospheres, have already been published:

- General Requirements (Publication 79-0).
- Construction and Test of Flameproof Enclosures of Electrical Apparatus (Publication 79-1).
- Appendix D: Method of Test for Ascertainment of Maximum Experimental Safe Gap (Publication 79-1A).
- Electrical Apparatus – Type of Protection “p” (Publication 79-2).
- Spark Test Apparatus for Intrinsically-safe Circuits (Publication 79-3).
- Method of Test for Ignition Temperature (Publications 79-4 and 79-4A).
- Sand-filled Apparatus (Publications 79-5 and 79-5A).
- Oil-immersed Apparatus (Publication 79-6).
- Construction and Test of Electrical Apparatus, Type of Protection “e” (Publication 79-7).
- Classification of Hazardous Areas (Publication 79-10).
- Classification of Mixtures of Gases or Vapours with Air According to their Maximum Experimental Safe Gaps and Minimum Igniting Currents (Publication 79-12).
- Construction and Use of Rooms or Buildings Protected by Pressurization (Publication 79-13).
- Electrical Installations in Explosive Gas Atmospheres (Other than Mines) (Publication 79-14).

Drafts were discussed at the meetings held in Baden-Baden in 1971 and in The Hague in 1972. As a result of this latter meeting, a draft, Document 31G(Central Office)12, was submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in March 1973. Following further discussion, an amended draft, Document 31G(Central Office)14, was submitted to the National Committees for approval under the Two Months' Procedure in August 1975.

Les Comités nationaux des pays ci-après se sont prononcés explicitement en faveur de la publication de la première édition:

Afrique du Sud (République d')	France	Roumanie
Allemagne	Hongrie	Royaume-Uni
Australie	Israël	Suède
Autriche	Italie	Suisse
Belgique	Japon	Turquie
Canada	Norvège	Union des Républiques
Corée (République de)	Pays-Bas	Socialistes Soviétiques
Danemark	Pologne	Yougoslavie
Finlande	Portugal	

La présente deuxième édition est identique à la première édition; cependant, des corrections rédactionnelles ont été effectuées, des inconsistances entre l'anglais et le français ont été supprimées et des notes ont été actualisées, en outre il a été incorporé la première modification.

Un projet de cette modification, comprenant essentiellement l'annexe qui est un guide pour la conception et l'évaluation des circuits de sécurité intrinsèque, et une modification de l'article 10, fut discuté lors de la réunion tenue à Paris en 1980. A la suite de cette réunion, un projet, document 31G(Bureau Central)17, fut soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois en février 1981.

Les Comités nationaux des pays ci-après se sont prononcés explicitement en faveur de la publication de la modification:

Allemagne	Espagne	Japon
Australie	Etats-Unis d'Amérique	Pays-Bas
Belgique	Finlande	Norvège
Brésil	France	Royaume-Uni
Canada	Hongrie	Suède
Chine	Israël	Suisse
Egypte	Italie	Yougoslavie

Autres publications de la CEI citées dans la présente norme:

Publications n^{os} 112: Méthode pour déterminer les indices de résistance et de tenue au cheminement des matériaux isolants solides dans des conditions humides.

269-1: Coupe-circuit à fusibles à basse tension, Première partie: Règles générales.

529: Classification des degrés de protection procurés par les enveloppes.

The National Committees of the following countries voted explicitly in favour of publication of the first edition:

Australia	Israel	South Africa (Republic of)
Austria	Italy	Sweden
Belgium	Japan	Switzerland
Canada	Korea (Republic of)	Turkey
Denmark	Netherlands	Union of Soviet
Finland	Norway	Socialist Republics
France	Poland	United Kingdom
Germany	Portugal	Yugoslavia
Hungary	Romania	

This second edition is essentially identical with the first edition, in which some editorial corrections have been made, discrepancies between English and French texts removed and cross-references updated, and incorporates the first amendment.

A draft of the first amendment, essentially comprising the appendix giving guidance on the assessment and design of intrinsically-safe circuits and an amendment to Clause 10, was discussed at the meeting held in Paris in 1980. As a result of that discussion, a draft, Document 31G(Central Office)17, was submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in February 1981.

The National Committees of the following countries voted explicitly in favour of publication of the amendment:

Australia	France	Norway
Belgium	Germany	Spain
Brazil	Hungary	Sweden
Canada	Israel	Switzerland
China	Italy	United Kingdom
Egypt	Japan	United States of America
Finland	Netherlands	Yugoslavia

Other IEC publications quoted in this standard:

- Publications Nos. 112: Method for Determining the Comparative and the Proof Tracking Indices of Solid Insulating Materials under Moist Conditions.
- 269-1: Low-voltage Fuses, Part 1: General Requirements.
- 529: Classification of Degrees of Protection Provided by Enclosures.

MATÉRIEL ÉLECTRIQUE POUR ATMOSPHÈRES EXPLOSIVES GAZEUSES

Onzième partie: Construction et épreuves du matériel à sécurité intrinsèque et du matériel associé

1. Domaine d'application

La présente norme est applicable aux matériels électriques ou parties de matériel électrique destinés à être utilisés dans les atmosphères explosives gazeuses, dans lesquels les circuits électriques ne peuvent pas eux-mêmes provoquer d'inflammation.

Cette norme est applicable non seulement aux matériels ou aux parties de matériel qui sont installés en zone dangereuse, mais également à toute partie située hors de la zone dangereuse, lorsque la sécurité intrinsèque du circuit électrique situé dans la zone dangereuse peut dépendre de la conception et de la construction de ces parties.

2. Définitions

Dans le cadre de la présente norme, les définitions suivantes sont applicables:

2.1 *Circuit de sécurité intrinsèque*

Circuit dans lequel toute étincelle ou tout effet thermique se produisant, soit normalement, soit dans des conditions de défaut spécifiées, est incapable, dans les conditions d'épreuve prescrites par la présente norme, de provoquer l'inflammation d'une vapeur ou d'un gaz donné.

2.2 *Matériel à sécurité intrinsèque*

Matériel comportant exclusivement des circuits de sécurité intrinsèque.

2.3 *Matériel associé*

Matériel dans lequel les circuits – ou des parties de circuits – ne sont pas tous nécessairement de sécurité intrinsèque, mais qui comporte des circuits qui peuvent affecter la sécurité des circuits de sécurité intrinsèque qui lui sont associés.

Note. – Le matériel associé peut être:

- soit un matériel protégé ou construit suivant un autre mode de protection reconnu approprié à son utilisation dans une zone dangereuse;
- soit un matériel non protégé ou construit comme ci-dessus à utiliser hors de la zone dangereuse.

2.4 *Fonctionnement normal*

Un matériel à sécurité intrinsèque ou un matériel associé est en fonctionnement normal lorsqu'il est électriquement et mécaniquement conforme aux spécifications qui le définissent.

ELECTRICAL APPARATUS FOR EXPLOSIVE GAS ATMOSPHERES

Part 11: Construction and test of intrinsically-safe and associated apparatus

1. Scope

This standard is applicable to electrical apparatus, or parts of such apparatus, intended for use in explosive gas atmospheres, in which the electrical circuits themselves are incapable of causing ignition.

This standard is applicable not only to apparatus or parts of apparatus in the hazardous area, but also to any parts located outside the hazardous area, where the intrinsic safety of the electrical circuits in the hazardous area may be influenced by the design and construction of such parts.

2. Definitions

For the purposes of this standard, the following definitions apply:

2.1 *Intrinsically-safe circuit*

A circuit in which any spark or thermal effect produced either normally or in specified fault conditions is incapable, in the test conditions prescribed in this standard, of causing ignition of a given gas or vapour.

2.2 *Intrinsically-safe apparatus*

Apparatus in which all the circuits are intrinsically safe.

2.3 *Associated apparatus*

Apparatus in which the circuits – or parts of circuits – are not all necessarily intrinsically safe, but which contains circuits which can affect the safety of the intrinsically-safe circuits associated with it.

Note. – Associated apparatus may be:

- apparatus which has an alternative recognized form of protection or construction suited to its location in a hazardous area;
- apparatus not so protected or constructed, for use outside the hazardous area.

2.4 *Normal operation*

Intrinsically-safe apparatus or associated apparatus is in normal operation when it conforms electrically and mechanically with its design specification.

2.5 Défaut

Défaillance ou claquage électrique de tout composant, ou connexion entre composants, dont dépend la sécurité intrinsèque d'un circuit.

Notes 1. – Si une défaillance ou un claquage électrique entraîne un défaut d'autres composants dont dépend aussi la sécurité intrinsèque du circuit, il est admis que la défaillance initiale et les défaillances subséquentes ne constituent alors qu'un défaut unique.

2. – L'utilisation de l'éclateur dans le circuit pour réaliser des ruptures, des courts-circuits ou des défauts à la terre, est considérée comme une épreuve de fonctionnement normal.

2.6 Défaut se signalant de lui-même

Défaut qui provoque un fonctionnement defectueux du matériel, nécessitant une intervention avant la remise en service de celui-ci, et qui peut se manifester, par exemple, par un signal audible ou visible.

2.7 Défaut ne se signalant pas de lui-même

Défaut qui n'apparaît pas avec évidence à l'utilisateur lors du fonctionnement normal du matériel.

2.8 Composant ou dispositif infaillible

Composant ou dispositif qui, en service ou au stockage, n'est pas susceptible de se mettre en défaut de manière à diminuer le caractère de sécurité intrinsèque du circuit. Un tel composant ou dispositif est considéré, au cours des épreuves de sécurité intrinsèque, comme non sujet à défaillance.

3. Groupement du matériel

Le matériel à sécurité intrinsèque et le matériel associé sont répartis dans l'un ou l'autre des groupes suivants:

- groupe I: utilisation dans les mines grisouteuses;
- groupe II: utilisation dans les autres industries.

Le matériel du groupe II est, de plus, subdivisé en groupe IIA, groupe IIB ou groupe IIC suivant la vapeur ou le gaz utilisé pour les épreuves du matériel (voir paragraphe 10.2).

Note. – La Publication 79-12 de la CEI: Douzième partie: Classement des mélanges de gaz ou de vapeurs et d'air suivant leur interstice expérimental maximal de sécurité et leur courant minimal d'inflammation, constitue un guide pour le choix du groupe ou sous-groupe du matériel en fonction de la vapeur ou du gaz dans lequel son utilisation est prévue.

Dans certains cas, le matériel peut être éprouvé vis-à-vis d'une vapeur ou d'un gaz déterminé et être certifié pour cet usage particulier. Dans de tels cas, il doit être marqué en conséquence.

4. Catégories du matériel

Le matériel à sécurité intrinsèque et les parties à sécurité intrinsèque du matériel associé sont répartis dans l'une des deux catégories «ia» ou «ib». Sauf indications contraires, les règles de la présente norme s'appliquent à ces deux catégories.

Note. – Il est admis que la marge réelle de sécurité résulte de l'emploi d'un éclateur plus sensible que toute condition probable d'incident, de l'emploi d'une teneur optimale du gaz d'épreuve et de l'extrêmement faible probabilité de la simultanéité de plusieurs défauts sur les circuits et les raccordements extérieurs au moment précis et à l'endroit précis où se trouverait le mélange gazeux à teneur optimale.

2.5 Fault

A defect or electrical breakdown of any component, or connection between components, upon which the intrinsic safety of the circuit depends.

Notes 1. – If a defect or electrical breakdown leads to defects or breakdowns in other components upon which the intrinsic safety of the circuit depends, the primary and subsequent failures are considered to be a single fault.

2. – The use of a spark-test apparatus in the circuit to produce circuit interruptions, short circuits and earth faults, is considered to be a test of normal operation.

2.6 Self-revealing fault

A fault which would cause some malfunction necessitating correction before proceeding with further operation of the apparatus, and which may be indicated, for example, by an audible or visible signal.

2.7 Non-self-revealing fault

A fault which would not be evident to the user in the normal operation of the apparatus.

2.8 Infallible component or assembly

A component or assembly which is not liable to become defective, in service or in storage, in such a manner as to lower the intrinsic safety of the circuit. Such a component or assembly is considered as not subject to fault when tests of intrinsic safety are made.

3. Grouping of apparatus

Intrinsically-safe and associated apparatus shall be placed in one of the following groups:

- Group I: for mines susceptible to firedamp;
- Group II: for application in other industries.

Apparatus placed in Group II shall be further subdivided into Group IIA, Group IIB or Group IIC, according to the gas or vapour used in testing the apparatus (see Sub-clause 10.2).

Note. – IEC Publication 79-12: Part 12: Classification of Mixtures of Gases or Vapours with Air According to their Maximum Experimental Safe Gaps and Minimum Igniting Currents, provides guidance on the selection of the group or sub-group of apparatus according to the gas or vapour in which it is intended to be used.

In special cases, apparatus may be tested with, and certified for use in, a specific gas or vapour. In such cases, it shall be marked accordingly.

4. Categories of apparatus

Intrinsically-safe apparatus and intrinsically-safe parts of associated apparatus shall be placed in one of two categories, “ia” or “ib”. The requirements of this standard apply to both categories, unless otherwise specified.

Note. – It is recognized that the real margin of safety lies in the use of a spark test apparatus more sensitive than any probable incident condition, the use of the ideal gas mixture in testing and the extreme improbability of the coincidence of multiple circuit faults and field wiring failure at the precise time and place that the ideal gas mixture is present.

4.1 Catégorie «ia»

Les matériels de la catégorie «ia» doivent être incapables de provoquer une inflammation en fonctionnement normal, que ce soit en présence d'un défaut unique ou de n'importe quelle combinaison de deux défauts, et cela avec les coefficients de sécurité suivants:

- en fonctionnement normal: 1,5;
- avec un défaut: 1,5;
- avec deux défauts: 1,0.

Le coefficient de sécurité doit être appliqué au courant ou à la tension, ou à une combinaison de ces deux grandeurs, conformément au paragraphe 10.4.1.

Un matériel dans lequel ne peut apparaître aucun défaut ou dans lequel ne peut apparaître qu'un seul défaut doit être considéré comme appartenant à la catégorie «ia» si les règles d'épreuve exigées en fonctionnement normal et pour tout défaut possible sont satisfaites et si, par ailleurs, il est conforme à la présente norme.

Un matériel du groupe II de cette catégorie ne doit comporter aucun contact non protégé et produisant des étincelles dans ses parties susceptibles d'être exposées, en permanence ou durant des périodes prolongées, à une atmosphère explosive, mais cette restriction ne s'applique pas au matériel du groupe I. De tels contacts nécessitent la mise en œuvre de mesures complémentaires de protection.

Notes 1. – La règle ci-dessus a pour but d'éviter que la sécurité intrinsèque soit compromise, soit par suite de la fréquence de fonctionnement du contact, soit par suite de la décomposition de vapeurs ou gaz explosifs.

2. – Comme exemples de mesures complémentaires de protection, on peut citer:

- les enveloppes hermétiquement scellées;
- la protection par enveloppe antidéflagrante;
- une augmentation du coefficient de sécurité.

4.2 Catégorie «ib»

Les matériels de la catégorie «ib» doivent être incapables de provoquer une inflammation en fonctionnement normal ou en présence d'un défaut unique quelconque, et cela avec les coefficients de sécurité suivants:

- en fonctionnement normal: 1,5;
- avec un défaut: 1,5 ou 1,0 à condition que le matériel ne comporte aucun contact non protégé et produisant des étincelles dans la zone dangereuse, et que le défaut se signale de lui-même.

Le coefficient de sécurité doit être appliqué au courant ou à la tension, ou à une combinaison de ces deux grandeurs, conformément au paragraphe 10.4.1.

5. Température maximale de surface

La température maximale de surface du matériel à sécurité intrinsèque doit être déterminée, généralement, en conformité avec la Publication 79-8 de la CEI: Huitième partie: Classification des températures maximales de surface, mais en prenant en considération les remarques du paragraphe 10.5 et dans les conditions de défaillance appropriées à sa catégorie (voir article 4).

4.1 Category "ia"

Apparatus of Category "ia" shall be incapable of causing ignition in normal operation, or with a single fault, or with any combination of two faults applied, with the following safety factors:

- in normal operation: 1.5;
- with one fault: 1.5;
- with two faults: 1.0.

The safety factor shall be applied to the current or voltage or a combination of these, as specified in Sub-clause 10.4.1.

Apparatus in which no fault or only one fault may occur shall be considered to be in Category "ia" if it satisfies the test requirements for normal operation and with any fault that may occur, and otherwise complies with this standard.

Group II apparatus in this category shall have no unprotected sparking contacts in parts of the apparatus likely to be exposed continuously, or for long periods, to an explosive atmosphere, but this restriction does not apply to Group I apparatus. Such contacts require the use of supplementary protective measures.

Notes 1. – The object of the above requirement is to ensure that the intrinsic safety of the apparatus is not placed in jeopardy either by the frequency of operation of a contact or by the decomposition of explosive gases or vapours.

2. – As examples of supplementary protective measures, the following may be mentioned:
- hermetically sealed enclosures;
 - protection by flameproof enclosure;
 - a higher safety factor.

4.2 Category "ib"

Apparatus of Category "ib" shall be incapable of causing ignition in normal operation, or with any single fault applied, with the following safety factors:

- in normal operation: 1.5;
- with one fault: 1.5 or 1.0 if the apparatus contains no unprotected sparking contacts in the hazardous area and the fault is self-revealing.

The safety factor shall be applied to the voltage or the current, or a combination of these, as specified in Sub-clause 10.4.1.

5. Maximum surface temperature

The maximum surface temperature of intrinsically-safe apparatus shall be determined generally in accordance with IEC Publication 79-8: Part 8: Classification of Maximum Surface Temperatures, but taking into account the provisions of Sub-clause 10.5, and under the fault conditions appropriate to its category (see Clause 4).

6. Règles générales de construction

A moins qu'elles ne soient modifiées par les règles de la présente norme, les règles et méthodes d'essai de toutes les autres normes correspondantes de la CEI s'appliquent au matériel à sécurité intrinsèque et au matériel associé, dans la mesure où de telles règles influent sur la sécurité lors du fonctionnement dans une atmosphère explosive gazeuse.

6.1 Température maximale des conducteurs (courants admissibles)

Le courant maximal admissible dans n'importe quelle partie du câblage d'un matériel à sécurité intrinsèque destiné à être situé en zone dangereuse ne doit pas excéder les valeurs données dans le tableau I, à moins que les dimensions spécifiées pour les conducteurs ne soient suffisamment grandes pour qu'il puisse être montré que leur température de surface satisfait aux règles de l'article 5 ou qu'il puisse être montré par des épreuves qu'il n'existe aucun risque.

Toutefois, il n'est pas nécessaire de vérifier l'absence de risque par des épreuves si les courants traversant les conducteurs ne dépassent pas les valeurs indiquées dans le tableau I.

TABLEAU I

Valeurs maximales des courants pour lesquels une épreuve d'échauffement n'est pas nécessaire

Groupe	I	IIA	IIB	IIC
Courant (A)	1,5	0,5	0,3	0,15

6.2 Disposition des matériels et câblage

La disposition d'un matériel et son câblage doivent être tels que soit réduit au minimum le risque d'induction de tensions et de courants dangereux par l'influence capacitive ou inductive dans les circuits de sécurité intrinsèque.

6.3 Montage des composants

Tous les composants dont dépend la sécurité intrinsèque doivent être fixés de façon à ne subir aucun dommage du fait des chocs extérieurs ou des vibrations, par exemple en service ou pendant le transport, et de telle façon que leurs connexions ne soient pas exposées à se rompre ou à se mettre en court-circuit. Les composants doivent être montés de façon à éviter toute réduction notable des distances d'isolement par déplacement des connexions ou des pièces attenantes. Si, pour y parvenir, on les enrobe dans une résine convenable, on s'assurera qu'aucun dommage ne peut affecter les composants ou les connexions pendant l'exécution de cet enrobage.

6.4 Enveloppes externes

Les enveloppes externes des matériels à sécurité intrinsèque et des matériels associés doivent assurer une protection contre les détériorations, avec un degré minimal de protection IP20, comme défini dans la Publication 529 de la CEI: Classification des degrés de protection procurés par les enveloppes. Des degrés de protection plus élevés que IP20 doivent être prévus lorsqu'il est nécessaire de satisfaire certaines conditions particulières d'utilisation.

Note. – Les problèmes de la résistance au choc, à la chaleur et aux vapeurs de solvants, ainsi que les propriétés anti-statiques des enveloppes en matières plastiques, et l'usage d'enveloppes en métaux légers ou en alliages de métaux légers sont à l'étude.

6. General constructional requirements

Except where they are modified by the requirements of this standard, the requirements and methods of test of all other relevant IEC standards apply to intrinsically-safe and associated apparatus and the components of which it is made, in so far as such requirements affect safety of operation in an explosive gas atmosphere.

6.1 Maximum wiring temperature (permissible currents)

If the maximum current in any wiring of an intrinsically-safe circuit intended to be located in a hazardous area exceeds the appropriate value given in Table I, the conductor size shall be sufficiently large for it to be possible to show that its surface temperature complies with the requirements of Clause 5 or to demonstrate by test that no hazard exists.

No test, however, is necessary if the currents passing through the conductors do not exceed the values given in Table I.

TABLE I
*Maximum values of current for which a temperature check
need not be carried out*

Group	I	IIA	IIB	IIC
Current (A)	1.5	0.5	0.3	0.15

6.2 Layout of apparatus and wiring

The layout of apparatus and wiring shall be such as to minimize the risk of induction of dangerous currents or voltages in the intrinsically-safe circuits by inductive or capacitive pick-up.

6.3 Mounting of components

All components on which intrinsic safety depends shall be so fixed that they are not exposed to damage by impact from outside or vibration, for example in service or during transport, and that their connections are not liable to break or short-circuit. They shall be so mounted as to prevent significant reduction of clearances by mechanical movement of the connections or adjacent parts. If encapsulation in a suitable casting resin is used to achieve this, care shall be taken to ensure that no damage to the components or connections occurs during the process of encapsulation.

6.4 Outer enclosures

Outer enclosures of intrinsically-safe apparatus and associated apparatus shall provide protection against damage, with a minimum degree of protection of IP20, as defined in IEC Publication 529: Classification of Degrees of Protection Provided by Enclosures. Greater degrees of protection than IP20 shall be provided where necessary to meet specified conditions of service.

Note. — The problems of resistance to impact, heat and solvent vapours, and the antistatic properties of plastic enclosures, as well as the use of light metal and light alloy enclosures, are under consideration.

6.5 Raccordement des circuits externes

Des bornes appropriées doivent être prévues afin d'assurer une connexion fiable des conducteurs des circuits externes lorsque le raccordement à des circuits externes est nécessaire.

Les caractéristiques électriques et les longueurs maximales des conducteurs des circuits externes doivent être spécifiées dans le cas où elles pourraient avoir une influence néfaste sur la sécurité intrinsèque des circuits.

6.5.1 Logements de raccordement

Pour les matériels du groupe I, les bornes pour le raccordement des circuits externes d'un matériel à sécurité intrinsèque doivent être contenues, lorsque cela est possible, dans des logements de raccordement distincts de ceux qui contiennent les bornes de circuits non de sécurité intrinsèque.

Pour les matériels du groupe II, et pour les matériels du groupe I où il n'a pas été possible de respecter la règle précédente, les bornes peuvent être contenues dans le même logement mais celles des circuits de sécurité intrinsèque doivent être espacées d'au moins 50 mm de celles des circuits non de sécurité intrinsèque, ou en être séparées par une cloison isolante ou une cloison métallique reliée à la terre, d'une hauteur au moins égale à celle des bornes qui doivent être protégées, et prolongée à moins de 1,5 mm des parois de l'enveloppe ou maintenir un espace de 50 mm mesuré au-dessus ou autour de la cloison.

Ces règles ne s'appliquent pas aux matériels ou parties des matériels qui sont uniquement destinés à être utilisés dans les zones non dangereuses. Les bornes des circuits de sécurité intrinsèque peuvent alors être placées dans les mêmes enveloppes que les bornes des circuits non de sécurité intrinsèque et que les autres parties du matériel, pourvu qu'elles soient séparées de ces bornes et de ces parties par un espace d'au moins 50 mm, ou par une cloison isolante ou une cloison métallique reliée à la terre, d'une hauteur au moins égale à celle des bornes qui doivent être protégées, et prolongée à moins de 1,5 mm des parois de l'enveloppe ou maintenir un espace de 50 mm mesuré au-dessus ou autour de la cloison.

Les distances d'isolement entre les bornes d'un circuit de sécurité intrinsèque et la borne de terre ne doivent pas être inférieures à 6 mm pour les matériels de la catégorie «ia» ou à 3 mm pour les matériels de la catégorie «ib», mais, par ailleurs, l'isolement des bornes doit satisfaire aux règles du paragraphe 6.6.

6.5.2 Prises de courant

Lorsque des prises de courant sont utilisées pour le raccordement des circuits externes, les prises de courant des circuits de sécurité intrinsèque doivent être séparées et non interchangeables avec d'autres prises de courant, sauf si aucun risque ne peut résulter d'une intervention ou si les prises de courant sont identifiées de façon telle qu'une intervention par un personnel compétent soit improbable.

Pour des applications spéciales, il peut être permis que des circuits de sécurité intrinsèque et des circuits non de sécurité intrinsèque soient dans un même câble, pourvu que des prises de courant de conception satisfaisante soient utilisées et que la sécurité intrinsèque ne soit pas exigée avant que les autres circuits aient été déconnectés.

6.5 *Connection of external circuits*

Adequate terminals shall be provided to enable reliable connection of external circuit conductors to be made to the apparatus, if connection to external circuits is necessary.

The electrical characteristics and maximum lengths of external circuit conductors shall be specified when these are likely to affect the intrinsic safety of the circuits.

6.5.1 *Terminal housing*

For Group I apparatus, terminals for the connection of external circuits to an intrinsically-safe apparatus shall be housed where practicable in a separate terminal box from the terminals of non-intrinsically-safe circuits.

For Group II apparatus, and for Group I apparatus where it is impracticable to meet the above requirement, the terminals may be housed in the same terminal box, but those for the intrinsically-safe circuits shall be separated from those for non-intrinsically-safe circuits by a distance of at least 50 mm, or by an insulating or earthed metal barrier which is at least the height of the terminals being protected and extends to within 1.5 mm of the walls of the enclosure or maintains a 50 mm spacing measured over or around the barrier.

These requirements do not apply to apparatus or parts of apparatus intended for use only in safe areas. The terminals of the intrinsically-safe circuits and non-intrinsically-safe circuits may, in these circumstances, be housed in the same enclosure as other components of the apparatus, provided that the terminals of the intrinsically-safe circuits are separated from the other terminals and components by a distance of at least 50 mm, or by an insulating or earthed metal barrier which is at least the height of the terminals being protected and extends to within 1.5 mm of the walls of the enclosure or maintains a 50 mm spacing measured over or around the barrier.

The clearances between the terminals of an intrinsically-safe circuit and earth terminals shall be not less than 6 mm for apparatus of Category "ia" or 3 mm for apparatus of Category "ib", but otherwise the insulation of terminals shall comply with the requirements of Sub-clause 6.6.

6.5.2 *Plugs and sockets*

Where plugs and sockets are used for the connection of the external circuits, the plugs and sockets for intrinsically-safe circuits shall be separate from, and non-interchangeable with, other plugs and sockets, except where no hazard can arise from an interchange, or if plugs and sockets are so identified that interchange by competent personnel is unlikely.

For special applications, intrinsically-safe and non-intrinsically-safe circuits may be permitted in the same cable, provided that a plug and socket assembly of an acceptable design is used and that intrinsic safety is not required until the other circuits have been disconnected.

6.6 Lignes de fuite et distances d'isolement

Les lignes de fuite et les distances d'isolement entre tout conducteur d'un circuit de sécurité intrinsèque et tout conducteur d'un circuit non de sécurité intrinsèque sont considérées comme convenables pour prévenir un amorçage si elles satisfont aux règles mentionnées ci-après. Des espacements plus faibles, mais d'au moins le tiers des valeurs indiquées, sont considérés comme pouvant être mis en défaut, au sens de l'article 4. Avec des espacements plus faibles que le tiers des valeurs indiquées, les conducteurs doivent être considérés comme connectés.

Lorsqu'un amorçage entre des circuits de sécurité intrinsèque séparés peut conduire à une condition dangereuse, ces règles s'appliquent aussi.

Ces règles ne s'appliquent pas lorsqu'un écran métallique relié à la terre sépare le circuit de sécurité intrinsèque des autres circuits.

Pour les matériels des catégories «ia» et «ib», les valeurs minimales des lignes de fuite et des distances d'isolement doivent être conformes aux valeurs du tableau II. Ces valeurs s'appliquent si l'efficacité de l'isolation ne risque pas d'être réduite, par exemple par le déplacement des conducteurs, la soudure des extrémités ou l'ionisation.

Lorsque de telles conditions sont susceptibles d'apparaître, il peut être nécessaire d'augmenter les valeurs.

Les matériaux isolants doivent avoir un indice de résistance au cheminement au moins égal aux valeurs appropriées du tableau II.

La tension à considérer doit être la somme des tensions nominales du circuit de sécurité intrinsèque et du circuit non de sécurité intrinsèque, sauf si la première représente moins de 20% de la seconde, auquel cas la tension à considérer est celle du circuit non de sécurité intrinsèque.

TABLEAU II

Lignes de fuite et distances d'isolement dans l'air

Tension de crête (V)	Ligne de fuite (mm)	IRC* minimal		Distance d'isolement (mm)
		«ia»	«ib»	
60	3	90**	90**	3
90	4	90**	90**	4
190	8	300	175	6
375	10	300	175	6
550	15	300	175	6
750	18	300	175	8
1 000	25	300	175	10
1 300	36	300	175	14

* Indice de résistance au cheminement (voir Publication 112 de la CEI: Méthode pour déterminer les indices de résistance et de tenue au cheminement des matériaux isolants solides dans les conditions humides, pour la méthode de mesure).

** L'IRC minimal de 90 n'est pas conforme à la recommandation de divisibilité par 25.

6.6.1 Circuits imprimés

Les lignes de fuite et les distances d'isolement spécifiées dans le tableau II sont applicables aux circuits imprimés, à moins que ceux-ci ne soient protégés par un revêtement isolant adhérent. Lorsqu'il est fait usage d'un tel revêtement, l'espacement entre les conducteurs peut être réduit au tiers des valeurs indiquées, l'espacement minimal étant de 1 mm.

6.6 Creepage distances and clearances

Creepage distances and clearances between any conductor of an intrinsically-safe circuit and any conductor of a non-intrinsically-safe circuit shall be considered adequate to prevent breakdown if they comply with the requirements given below. Lesser spacings not less than one-third of the tabulated values shall be considered to be possible faults subject to the requirements of Clause 4. With spacings less than one-third of the tabulated values, the conductors shall be considered to be connected.

These requirements shall also apply where breakdown between separate intrinsically-safe circuits could produce an unsafe condition.

These requirements do not apply where an earthed metal screen separates the intrinsically-safe circuit from other circuits.

For apparatus of Categories "ia" and "ib", the minimum values of creepage distances and clearances in air shall be as given in Table II. These values apply where their effectiveness is not liable to be reduced, for example by movement of the conductors, soldering of terminations or ionization.

Where such conditions are likely to exist, the values may have to be increased.

Insulating material shall have a comparative tracking index not less than the appropriate value shown in Table II.

The voltage shall be taken as the sum of the nominal voltages of the intrinsically-safe circuit and the non-intrinsically-safe circuit, unless the former is less than 20% of the latter, in which case the voltage shall be taken as that of the non-intrinsically-safe circuit.

TABLE II
Creepage distances and clearances in air

Peak voltage (V)	Creepage distance (mm)	Minimum CTI*		Clearance (mm)
		"ia"	"ib"	
60	3	90**	90**	3
90	4	90**	90**	4
190	8	300	175	6
375	10	300	175	6
550	15	300	175	6
750	18	300	175	8
1 000	25	300	175	10
1 300	36	300	175	14

* Comparative Tracking Index (see IEC Publication 112: Method for Determining the Comparative and the Proof Tracking Indices of Solid Insulating Materials under Moist Conditions, for method of measurement).

** The minimum CTI value of 90 is not in accordance with the recommendation for divisibility by 25.

6.6.1 Printed circuit systems

The creepage distances and clearances specified in Table II shall apply to printed circuit systems unless these are protected by an adherent insulating coating. Where such a coating is applied, the conductor spacing may be reduced to not less than one-third of the values specified, with a minimum spacing of 1 mm.

6.6.2 *Fiches et socles pour les connexions internes*

Lorsque les connexions internes sont réalisées au moyen de fiches et socles, les lignes de fuite et les distances d'isolement doivent satisfaire aux conditions du paragraphe 6.6 si un risque peut résulter d'un amorçage. Cette règle ne s'applique pas si les conducteurs des circuits de sécurité intrinsèque et ceux des circuits non de sécurité intrinsèque sont séparés par des conducteurs reliés à la terre.

6.6.3 *Relais*

Lorsque des circuits de sécurité intrinsèque et des circuits non de sécurité intrinsèque sont raccordés à un même relais, les lignes de fuite et les distances d'isolement doivent répondre aux règles du paragraphe 6.6. Les courants et les tensions coupés par les contacts des circuits non de sécurité intrinsèque ne doivent pas dépasser respectivement 5 A et 250 V, et le produit du courant par la tension ne doit pas excéder 100 VA.

Pour des valeurs supérieures, les circuits ne peuvent être raccordés au même relais que s'ils sont séparés par une cloison métallique reliée à la terre ou une cloison isolante convenable. Le dimensionnement d'une telle cloison isolante doit tenir compte de l'ionisation résultant du fonctionnement du relais et doit, en général, présenter des lignes de fuite et des distances d'isolement plus grandes que celles qui sont données dans le tableau II.

6.7 *Enrobage*

La distance entre les conducteurs d'un circuit de sécurité intrinsèque et ceux d'un circuit non de sécurité intrinsèque enrobés ensemble dans un bloc de résine ou dans une matière isolante analogue doit être au moins égale au tiers des lignes de fuite mentionnées dans le tableau II, avec un minimum de 1 mm.

Note. – L'attention est attirée sur la nécessité de s'assurer que l'épaisseur du matériau d'enrobage, entre la surface et les conducteurs enrobés, est suffisante pour la protection mécanique et électrique.

6.8 *Mise à la terre*

Lorsque la mise à la terre d'un circuit de sécurité intrinsèque est rendue nécessaire par son fonctionnement ou par des considérations de protection, et dans les circonstances où cette mise à la terre est permise, des moyens adéquats doivent être mis en œuvre pour assurer une telle mise à la terre.

Note. – Il convient que la méthode de mise à la terre soit telle qu'elle permette d'éviter les effets susceptibles de compromettre la sécurité intrinsèque des circuits; elle devra être conforme aux exigences des règles d'installation en vigueur dans le pays dans lequel le matériel sera installé.

6.9 *Isolation*

L'isolation entre un circuit de sécurité intrinsèque et des parties métalliques qui peuvent être reliées à la terre doit pouvoir supporter une épreuve diélectrique sous une tension alternative de valeur efficace égale au double de la tension du circuit de sécurité intrinsèque avec un minimum de 500 V.

L'isolation entre un circuit de sécurité intrinsèque et un circuit non de sécurité intrinsèque doit pouvoir supporter une épreuve diélectrique sous une tension alternative de valeur efficace égale à $2 U + 1000$ V avec un minimum de 1500 V, U étant la somme des valeurs efficaces des tensions du circuit de sécurité intrinsèque et du circuit non de sécurité intrinsèque.

6.10 *Câblage interne*

6.10.1 *Isolation des conducteurs*

Le câblage interne des circuits de sécurité intrinsèque doit répondre aux règles ci-après, à moins que des lignes de fuite et des distances d'isolement conformes aux règles du paragraphe 6.6 ne puissent être assurées par construction.

6.6.2 *Plugs and sockets for internal connections*

Where internal connections are made by means of plugs and sockets, the creepage distances and clearances shall comply with the requirements of Sub-clause 6.6 if a hazardous condition would result from breakdown. This requirement does not apply if the intrinsically-safe circuit conductors and the non-intrinsically-safe conductors are separated by earthed conductors.

6.6.3 *Relays*

Where intrinsically-safe and non-intrinsically-safe circuits are connected to the same relay, the creepage distances and clearances shall comply with the requirements of Sub-clause 6.6. The currents and voltages switched by the contacts in the non-intrinsically-safe circuits shall not exceed 5 A and 250 V respectively, and the product of the current and voltage shall not exceed 100 VA.

For higher values, the circuits shall be connected to the same relay only if they are separated by an earthed metal barrier or an adequate insulating barrier. The dimensions of such an insulating barrier shall take into account the ionization arising from operation of the relay and would generally require creepage and clearance values greater than those given in Table II.

6.7 *Encapsulation*

Where the conductors of an intrinsically-safe circuit and a non-intrinsically-safe circuit are encapsulated together in a casting resin or similar insulating medium, they shall be separated by a distance not less than one-third of the creepage distances specified in Table II, with a minimum value of 1 mm.

Note. — Attention is drawn to the need for ensuring that the thickness of encapsulating material, between the surface and the encapsulated conductors, is sufficient for mechanical and electrical protection.

6.8 *Earthing*

If earthing of an intrinsically-safe circuit is required for functional or protective purposes, in circumstances where earthing is permitted, adequate means shall be provided for such earthing.

Note. — The method of earthing should be such as to avoid adverse effects on the intrinsic safety of the system; it should comply with the statutory regulations in force in the country in which the apparatus is to be installed.

6.9 *Insulation*

The insulation between an intrinsically-safe circuit and parts which may be earthed shall be capable of withstanding an a.c. test voltage of twice the voltage of the intrinsically-safe circuit or 500 V r.m.s., whichever is the greater.

The insulation between an intrinsically-safe circuit and a non-intrinsically-safe circuit shall be capable of withstanding an a.c. test voltage of $2U + 1000$ V r.m.s. with a minimum of 1500 V, where U is the sum of the r.m.s. values of the voltage of the intrinsically-safe circuit and the non-intrinsically-safe circuit.

6.10 *Internal wiring*

6.10.1 *Insulation of conductors*

In the internal wiring of intrinsically-safe circuits, unless compliance with the creepage distance and clearance requirements of Sub-clause 6.6 can be assured by construction, the following requirements shall apply.

Les circuits de sécurité intrinsèque doivent être câblés avec des conducteurs dont le degré d'isolation est tel qu'ils puissent supporter une épreuve diélectrique sous une tension alternative de valeur efficace égale au double de celle de la tension du circuit de sécurité intrinsèque avec un minimum de 500 V.

Lorsque des circuits de sécurité intrinsèque et des circuits non de sécurité intrinsèque coexistent dans une même enveloppe, les circuits non de sécurité intrinsèque doivent être câblés au moyen de conducteurs dont le degré d'isolation est tel qu'ils puissent supporter une épreuve diélectrique sous une tension alternative de valeur efficace égale à $2 U + 1000$ V, avec un minimum de 1500 V, U étant la somme des valeurs efficaces des tensions du circuit de sécurité intrinsèque et du circuit non de sécurité intrinsèque.

6.10.2 Séparation des circuits de sécurité intrinsèque et des autres circuits

La distance entre le faisceau des conducteurs d'un circuit de sécurité intrinsèque et celui des circuits non de sécurité intrinsèque doit être égale à la distance d'isolement spécifiée dans la dernière colonne du tableau II sans qu'il soit nécessaire de dépasser 8 mm. Cependant, cette condition n'est pas applicable:

- a) dans le cas du matériel de la catégorie «ia» ou «ib», si le faisceau des conducteurs du circuit de sécurité intrinsèque ou celui du circuit non de sécurité intrinsèque est entouré par un écran relié à la terre, ou
- b) dans le cas du matériel de la catégorie «ib», si le faisceau des conducteurs du circuit de sécurité intrinsèque est isolé de façon à pouvoir supporter une épreuve diélectrique sous une tension alternative de valeur efficace égale à 2000 V. Cela peut être obtenu, par exemple, au moyen d'une gaine isolante supplémentaire.

7. Composants

7.1 Taux de travail des composants

Tous les composants dont dépend la sécurité intrinsèque, excepté les transformateurs, doivent travailler à pas plus des deux tiers de la valeur assignée de leur courant, tension ou puissance, suivant le cas. Cette valeur assignée doit s'appuyer sur la norme correspondante de la CEI, si elle existe, ou, à défaut, sur la valeur spécifiée par le constructeur.

Les dispositifs à semi-conducteurs utilisés comme shunts de sécurité doivent pouvoir supporter, sans se couper, le courant qui les parcourrait s'ils se mettaient en court-circuit.

7.2 Fiabilité

Tous les composants dont dépend la sécurité intrinsèque doivent être conformes à toute norme appropriée de la CEI ou doivent être de haute fiabilité.

7.3 Cartes et composants enfichables

Les cartes et composants enfichables ne doivent pas être interchangeables avec des cartes ou des composants non identiques dans un même équipement, sauf si aucun risque ne peut résulter de leur intervention.

7.4 Piles et accumulateurs

Toute pile électrique ou accumulateur, qui nécessiterait des résistances de limitation de courant pour être de sécurité, et qui serait prévu pour utilisation en zone dangereuse, doit être enrobé avec ses résistances, ou enfermé de toute manière aussi efficace, de façon qu'aucun conducteur ou borne, autres

Intrinsically-safe circuits shall be wired with insulated conductors having a grade of insulation capable of withstanding an a.c. test voltage of 500 V r.m.s. or twice the working voltage of the intrinsically-safe circuit, whichever is the greater.

Non-intrinsically-safe circuits in the same enclosure as intrinsically-safe circuits shall be wired with insulated conductors having a grade of insulation capable of withstanding an a.c. test voltage of $2U + 1000$ V r.m.s. with a minimum of 1500 V, where U is the sum of the r.m.s. values of the voltages of the intrinsically-safe circuit and the non-intrinsically-safe circuit.

6.10.2 Segregation of intrinsically-safe and other circuits

The wiring of intrinsically-safe circuits shall be separated from that of non-intrinsically-safe circuits by a distance equal to the clearance given in the last column of Table II, provided that the separation need not exceed 8 mm. This requirement does not apply, however, if:

- a) in Category “ia” or “ib” apparatus, the wiring of either the intrinsically-safe or of the non-intrinsically-safe circuits is enclosed in an earthed screen, or
- b) in Category “ib” apparatus, the wiring of the intrinsically-safe circuits is insulated so that it is capable of withstanding an a.c. test voltage of 2000 V r.m.s. This may be achieved, for example, by the use of an additional insulating sleeve.

7. Components

7.1 Derating of components

All components on which intrinsic safety depends, except transformers, shall be operated at not more than two-thirds of their rated current, voltage or power, as appropriate. This rated value shall be based on the relevant IEC standard or, in the absence of such a standard, on the value specified by the manufacturer.

Semiconductor devices used as safety shunts shall be capable of carrying, without open-circuiting, the current which would flow if they failed in the short-circuit mode.

7.2 Reliability

All components on which intrinsic safety depends shall comply with any relevant IEC standards and shall be of high reliability.

7.3 Plug-in boards and components

Plug-in boards and components shall not be interchangeable with non-identical boards or components in the same equipment, except where no hazard can arise from an interchange.

7.4 Cells and batteries

Any primary or secondary cell or battery which requires current-limiting resistors for safety, and which is intended for use in a hazardous area, shall be encapsulated with its resistors or housed in some equally effective manner so that no conductor or terminal is accessible other than the output terminals

que les bornes de sortie de l'ensemble ou les bornes prévues pour la recharge, ne soit accessible. En cas de mise en court-circuit permanent de ces bornes, il ne doit se produire ni élévation excessive de température d'aucune partie de l'ensemble, ni émission de gaz inflammable, ni déformation anormale de l'enveloppe de la pile ou de l'accumulateur. Les accumulateurs doivent être d'un type excluant toute possibilité de fuite d'électrolyte.

Les règles ci-dessus s'appliquent également lorsque la pile ou l'accumulateur est placé dans une enveloppe antidéflagrante.

La protection contre le débit de courant par les bornes de recharge doit être prévue, si nécessaire, par exemple par l'utilisation de diodes en série.

8. Composants infaillibles

Lors de la vérification du matériel à sécurité intrinsèque et du matériel associé, les composants qui satisfont aux règles de cet article sont considérés comme étant infaillibles.

8.1 Transformateurs d'alimentation

Les transformateurs destinés à l'alimentation des circuits de sécurité intrinsèque doivent satisfaire aux règles suivantes:

Tout enroulement destiné à l'alimentation d'un circuit de sécurité intrinsèque doit être séparé électriquement des autres enroulements conformément à l'un ou l'autre des types de construction indiqués ci-après.

Le circuit d'entrée doit comporter un coupe-circuit à fusible ou un disjoncteur. Son pouvoir de coupure doit être suffisant, même en cas de court-circuit à l'entrée du transformateur.

Notes 1. – Un coupe-circuit à fusible, ou un disjoncteur, dont le courant assigné n'excède pas trois fois le courant assigné d'entrée du transformateur, est recommandé. Le courant assigné du coupe-circuit à fusible doit être indiqué sur le matériel, près du fusible.

2. – En outre, un fusible thermique ou une autre protection thermique incorporés peuvent être utilisés contre les surcharges thermiques.

Le noyau de tous les transformateurs d'alimentation doit être muni de connexions de terre, à moins que cette mise à la terre ne soit pas possible, comme pour les transformateurs à noyau toroïdal isolé utilisés dans les convertisseurs continu/continu.

Les transformateurs en liaison directe avec un réseau extérieur d'alimentation doivent pouvoir supporter les épreuves diélectriques suivantes (voir paragraphe 10.6).

Points d'application	Valeur efficace de la tension d'épreuve (U_N = la plus haute tension assignée de tout enroulement)
Entre enroulements d'entrée et de sortie	$4 U_N$, avec un minimum de 2500 V
Entre tous les enroulements et le noyau ou l'écran	$2 U_N$, avec un minimum de 1000 V
Entre tout enroulement et chacun des autres	

of the assembly or terminals provided for recharging. There shall be no excessive temperature rise of any part of the assembly, nor any emission of flammable gas, nor any abnormal distortion of the cell or battery case, on continued short circuit of the output terminals. Cells shall be of a type from which there can be no spillage of electrolyte.

The above requirements still apply where the cell or battery assembly is used inside a flameproof enclosure.

Protection against the withdrawal of power from terminals provided for recharging shall be supplied, where necessary, for example by the use of diodes in series.

8. Infallible components

In the verification of intrinsically-safe and associated apparatus, components complying with the requirements of this clause shall be considered to be infallible.

8.1 Power-supply transformers

The following requirements shall be fulfilled by transformers intended for supplying intrinsically-safe circuits:

Any winding intended for supplying an intrinsically-safe circuit shall be electrically separated from all other windings by one of the types of construction specified below.

The input circuit shall include a fuse or circuit-breaker. The breaking capacity of the fuse or circuit-breaker shall be adequate with respect to a short circuit on the input side of the transformer.

Notes 1. – A fuse or circuit-breaker having a rated current not exceeding three times the rated input current of the transformer is recommended. The rated current of a fuse shall be indicated on the apparatus in a position adjacent to the fuse.

2. – In addition, an embedded thermal fuse or protector may be used for protection against overheating.

The cores of all power-supply transformers shall be provided with earth connections, except where earthing is not practicable, as with insulated toroidal core transformers used in d.c. to d.c. converters.

Transformers for direct connection to an external supply system shall be capable of withstanding the following test voltages (see Sub-clause 10.6).

Where applied	R.M.S. test voltage (U_N = highest rated voltage of any winding)
Between input and output windings	$4 U_N$ or 2500 V, whichever is the greater
Between all the windings and the core or screen	$2 U_N$ or 1000 V, whichever is the greater
Between each winding and every other winding	

Pour les transformateurs qui ne peuvent être directement raccordés à un réseau extérieur d'alimentation, l'épreuve diélectrique entre enroulements d'entrée et de sortie doit être effectuée sous une tension alternative de valeur efficace égale à $2 U_N + 1000 \text{ V}$.

Pendant l'épreuve, il ne doit pas se produire de rupture d'isolation entre aucun des enroulements ou entre tout enroulement et le noyau ou l'écran.

Les types de construction admissibles sont les suivants:

Construction de type 1: Les enroulements d'entrée et de sortie sont disposés dans des enveloppes distinctes:

- a) soit l'un à côté de l'autre sur une colonne du noyau,
- b) soit sur des colonnes différentes du noyau.

Construction de type 2: Les enroulements d'entrée et de sortie sont bobinés l'un par dessus l'autre. Dans ce cas, il faut:

- a) soit monter une isolation renforcée entre l'enroulement d'entrée et tous les autres enroulements,
- b) soit disposer un écran relié à la terre, constitué par un clinquant de cuivre ou par un enroulement équivalent en fils, entre l'enroulement d'entrée et tous les autres enroulements.

Pour les constructions de type 1, les enroulements de sorties du transformateur doivent pouvoir supporter des courts-circuits, ou être rendus capables de les supporter par des dispositifs additionnels, tels que des fusibles thermiques, des résistances, etc.

En cas de court-circuit total ou partiel des enroulements de sortie, l'échauffement du transformateur doit n'excéder en aucun endroit la valeur de température admissible pour la classe d'isolation employée, en service continu, jusqu'au fonctionnement du fusible ou du disjoncteur.

Pour les constructions de type 2, en cas de court-circuit total ou partiel des enroulements de sortie, l'isolation du transformateur doit ne pas être mise en défaut, en service continu, jusqu'au fonctionnement du fusible ou du disjoncteur.

Si les enroulements d'entrée et de sortie sont séparés par une isolation renforcée, le transformateur doit pouvoir satisfaire aux épreuves suivantes:

- Le ou les enroulements de sortie sont mis en court-circuit et le transformateur est alimenté sous tension assignée jusqu'à ce qu'il se mette en défaut, ou pendant 6 h si sa mise en défaut ne s'est pas produite avant ce délai. Il est admis que l'un quelconque des enroulements d'entrée ou de sortie se mette en court-circuit avec le noyau au cours de cette épreuve, mais après celle-ci le transformateur doit supporter une épreuve diélectrique sous une tension de valeur efficace égale à $2 U + 1000 \text{ V}$ appliquée entre les enroulements d'entrée et de sortie (U étant la tension assignée de l'enroulement d'entrée).
- Quand un enroulement de sortie est équipé d'une résistance de limitation de courant disposée de telle façon qu'un court-circuit ne puisse se produire directement aux bornes de l'enroulement, l'épreuve doit être effectuée avec la résistance.
- Le transformateur doit ne pas prendre feu pendant l'épreuve.

Lorsque les enroulements d'entrée et de sortie sont séparés par un écran relié à la terre, un fusible ou un disjoncteur doit être disposé dans chaque conducteur d'entrée non relié à la terre. L'épaisseur du clinquant de cuivre ou le diamètre du fil de l'enroulement, suivant le cas, doit être choisi de manière que, dans l'éventualité d'un court-circuit entre l'un quelconque des enroulements et l'écran, ce dernier puisse supporter, sans rupture, le courant qui le traverse jusqu'au fonctionnement du fusible ou du disjoncteur.

For transformers not for direct connection to an external supply system, the a.c. test voltage between input and output windings shall be reduced to $2 U_N + 1000 \text{ V r.m.s.}$

During the test, there shall be no breakdown of the insulation between any windings or between any winding and the core or screen.

The following types of construction are permitted:

Type 1 construction: The input and output windings are placed in separate enclosures, either

- a) side by side on one leg of the core, or
- b) on different legs of the core.

Type 2 construction: The input and output windings are wound one over another. In this case, either

- a) reinforced insulation shall be provided between the input winding and all other windings, or
- b) an earthed screen made of copper foil or an equivalent wire winding shall be placed between the input winding and all other windings.

For Type 1 construction, the output winding of the transformer shall be capable of withstanding short circuits, or shall be made capable of withstanding them by some supplementary means, such as thermal fuses, resistors, etc.

In the event of a short circuit on any or all of the output windings, the temperature rise of the transformer shall at no point exceed the permissible value for the class of insulation employed, in continuous operation up to the moment when the fuse or circuit-breaker functions.

For Type 2 construction, in the event of a short circuit on any or all of the output windings, there shall be no failure of the transformer insulation, in continuous operation, up to the moment when the fuse or circuit-breaker functions.

If the input and output windings are separated by reinforced insulation, the transformer shall be capable of complying with the following test requirements:

- The output winding or windings shall be short-circuited and the transformer shall then be subjected to its rated input voltage until it fails, or for 6 h, whichever is the shorter time. Either the input winding or the output winding or windings may short-circuit to the core during this test, but after the test the transformer shall withstand a test voltage of $2 U + 1000 \text{ V r.m.s.}$ between the input and output windings, where U is the rated input voltage.
- If an output winding is fitted with a current-limiting resistor so arranged that a short circuit cannot occur directly across the winding, the test shall be carried out with the resistor in circuit.
- The transformer shall not burst into flames during the test.

If the input and output windings are separated by an earthed screen, there shall be a fuse or circuit-breaker in each non-earthed input line. The thickness of the copper foil or the diameter of the winding wire, as the case may be, shall be so chosen that in the event of a short circuit between any winding and the screen, the latter will be able to withstand, without breakdown, the current which flows until the fuse or circuit-breaker functions.

L'écran doit être muni de deux connexions de mise à la terre, chacune d'elles pouvant supporter, sans dommage, le courant qui le traverse jusqu'au fonctionnement du fusible ou du disjoncteur.

8.2 Transformateurs de couplage

La conception des transformateurs de couplage doit s'appuyer sur les règles du paragraphe 8.1, modifiées en fonction de leur application.

8.3 Enroulements d'amortissement

Les enroulements d'amortissement sont considérés comme non sujets à défaillance s'ils sont d'une réalisation mécanique sûre, par exemple constitués par un tube de métal monobloc ou formés par un enroulement de conducteurs nus réunis en tous points par soudure, ou d'une construction équivalente.

8.4 Résistances de limitation de courant

Les résistances de limitation de courant sont considérées comme non sujettes à défaut de court-circuit si elles sont du type à couche ou du type bobiné comportant une protection destinée à éviter le déroulement du fil en cas de rupture.

8.5 Condensateurs d'arrêt

Une barrière de condensateurs d'arrêt placée entre un circuit de sécurité intrinsèque et un circuit non de sécurité intrinsèque est considérée comme non sujette à défaillance si deux condensateurs sont disposés en série et si chacun d'eux est prévu pour supporter une épreuve diélectrique sous une tension alternative de valeur efficace égale à $2 U + 1000 \text{ V}$, U étant la tension aux bornes de l'ensemble de la barrière. Les condensateurs doivent être d'un type à haute fiabilité, par exemple étanche ou à diélectrique céramique. Les condensateurs électrolytiques et les condensateurs au tantale ne doivent pas être utilisés pour cette application.

8.6 Shunts de sécurité

Les shunts de sécurité, tels que les diodes et les résistances de limitation de tension montés aux bornes des composants inductifs, sont considérés comme non sujets à défaillance s'ils sont doublés de sorte que l'ensemble reste de sécurité si l'un de ces shunts devient défectueux. Ils doivent être connectés le plus près possible du composant protégé et de façon qu'ils ne puissent se déconnecter accidentellement, ou être raccordés de manière telle que la déconnexion de l'un d'eux assure simultanément la déconnexion du composant protégé.

Les résistances à couche de carbone ou au carbone aggloméré ne sont autorisées pour cette application que si elles sont de très bonne qualité.

Note. – Les ponts de diodes sont considérés comme une protection par double shunt.

9. Barrières de sécurité à diodes

Les dispositifs constitués par des diodes et/ou des diodes Zener doublées, protégés par fusible ou résistance, peuvent être utilisés comme barrières de sécurité entre un circuit de sécurité intrinsèque et un circuit non de sécurité intrinsèque.

Lorsque de telles barrières satisfont aux règles suivantes, elles sont considérées comme dispositifs infaillibles:

The screen shall be provided with two leads to the earth connection, each of which is capable of withstanding, without damage, the current which flows before the fuse or circuit-breaker operates.

8.2 *Coupling transformers*

The design of coupling transformers shall be based on the requirements of Sub-clause 8.1, modified according to their application.

8.3 *Damping windings*

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

8.4 *Current-limiting resistors*

Current-limiting resistors shall be considered not to be subject to short-circuit faults if they are of the film type or of the wire-wound type with protection to prevent unwinding of the wire in the event of breakage.

8.5 *Blocking capacitors*

Blocking capacitors connected between an intrinsically-safe circuit and a non-intrinsically-safe circuit shall be considered not to be subject to faults if two capacitors are connected in series and each capacitor is rated to withstand an a.c. test voltage of $2 U + 1000 \text{ V r.m.s.}$, where U is the voltage across the barrier. They shall be high-reliability types such as hermetically-sealed or ceramic capacitors. Electrolytic or tantalum capacitors shall not be used for this purpose.

8.6 *Shunt safety components*

Shunt safety components, such as diodes and voltage-limiting resistors fitted to inductive elements, shall be considered not to be subject to faults if they are duplicated so that the assembly remains safe if one of the components becomes defective. They shall be connected as close as possible to the protected component in such a manner that they are not liable to become disconnected, or so that the disconnection of either of the shunt components ensures that the protected component becomes disconnected at the same time.

Carbon film or sintered carbon resistors are permitted for this purpose only if they are of very good quality.

Note. – Bridge-connected diodes are accepted as duplicated shunt components.

9. **Shunt diode safety barrier assemblies**

Assemblies of fuse- or resistor-protected duplicated shunt diodes and/or Zener diodes may be used as safety barriers between intrinsically-safe and non-intrinsically-safe circuits.

When such barriers comply with the following requirements, they shall be considered as infallible assemblies:

9.1 Taux de travail des composants de barrières

9.1.1 Résistances (généralités)

Les résistances montées dans les barrières doivent être infaillibles et être dimensionnées pour une tension égale à 1,5 fois la tension maximale susceptible d'apparaître à leurs bornes.

9.1.2 Résistances (protection)

Lorsqu'une résistance de protection est utilisée, son dimensionnement doit être tel que sa dissipation n'excède pas les deux tiers de sa puissance assignée, dans les conditions de température ambiante spécifiées, lorsque la tension maximale présente dans la zone sûre est appliquée à la barrière, les diodes étant supposées en court-circuit. Chaque diode doit pouvoir supporter 1,5 fois le courant défini ci-dessus, à la température ambiante et dans les conditions de montage spécifiées.

9.1.3 Coupe-circuit à fusible

Lorsqu'une protection par coupe-circuit à fusible est utilisée, le coupe-circuit à fusible doit être conforme à la Publication 269-1 de la CEI: Coupe-circuit à fusibles à basse tension, Première partie: Règles générales. Sa caractéristique doit être telle que la dissipation de chaque diode (en supposant que les autres diodes ne sont pas conductrices) n'excède pas les deux tiers de la puissance assignée de la diode, à la température ambiante et dans les conditions de montage spécifiées, en fonction de toute condition transitoire ou permanente permise par le fusible et susceptible de se produire en pratique; chaque diode doit pouvoir supporter 1,5 fois le courant apparaissant dans ces conditions.

9.2 Règles de construction

9.2.1 Conception (généralités)

La conception des plots de fixation doit être manifestement asymétrique, de façon que l'on puisse voir rapidement le montage correct de la barrière.

9.2.2 Bornes de terre

La barrière doit être munie d'au moins une borne ou connexion de terre d'une capacité suffisante pour véhiculer le courant, conçue pour maintenir un serrage correct et résister au desserrage du conducteur de terre par vibration. Cette règle s'applique également aux bornes de connexion du circuit qui peut être au potentiel de la terre.

9.2.3 Séparation des bornes

Les bornes non mises à la terre destinées aux connexions vers la zone dangereuse doivent être espacées d'au moins 50 mm des bornes non mises à la terre destinées aux connexions vers la zone sûre et être protégées pour éviter un contact accidentel avec d'autres conducteurs.

9.2.4 Montage des composants

Les composants de la barrière doivent être raccordés et disposés physiquement de manière à prévenir l'apparition d'un défaut qui compromettrait le fonctionnement de la barrière. Par exemple, la possibilité d'un court-circuit de toute résistance ou de tout fusible ou la rupture du circuit de toute diode.

9.2.5 Enrobage

Les barrières de sécurité comportant fusibles et diodes doivent être enrobées.

9.1 *Derating of barrier components*

9.1.1 *Resistors (general)*

The resistors in the barrier shall be infallible and be rated for a voltage 1.5 times the maximum voltage which may appear across them.

9.1.2 *Resistors (protection)*

Where resistor protection is used, the rating shall be such that the dissipation of power in the resistor will not exceed two-thirds of its rating in the ambient temperature conditions specified, with maximum safe area voltage applied to the barrier and the diodes assumed to have failed in the short-circuit mode. Each diode shall be capable of carrying 1.5 times the current circulated as above in the particular conditions of mounting and in the ambient temperature specified.

9.1.3 *Fuses*

Where fuse protection is used, the fuses shall conform to IEC Publication 269-1: Low-voltage Fuses, Part 1: General Requirements. The fuse characteristic shall be such that dissipation in each diode (assuming the other diodes to be non-conducting) will not exceed two-thirds of the rated power of the diode in the ambient temperature and mounting conditions specified, under all transient and steady-state conditions permitted by the fuse and likely to arise in practice, and each diode shall be capable of carrying 1.5 times the current encountered in those conditions.

9.2 *Constructional requirements*

9.2.1 *Design (general)*

The design shall be obviously asymmetrical about the mounting studs, so that the barrier assembly can readily be seen to be mounted correctly.

9.2.2 *Earth terminals*

At least one earth terminal or earth connection shall be provided on the barrier, which shall be of adequate current-carrying capacity and designed to maintain correct pressure on, and resist loosening by vibration of, the earthing conductor. This requirement is additional to the terminal connections for the circuit, which may be at earth potential.

9.2.3 *Terminal separation*

The non-earthed terminals for the hazardous area connections shall be separated from the non-earthed terminals to the safe area connections by at least 50 mm and be protected to avoid accidental contact with other conductors.

9.2.4 *Component mounting*

The barrier components shall be so mounted and physically arranged as to prevent a fault occurring which could impair the safe operation of the barrier. For example, the possibility of a short circuit of any resistor or fuse or an open circuit of any diode.

9.2.5 *Encapsulation*

Fuse diode safety barriers shall be encapsulated.

9.2.6 Enveloppes

Lorsqu'une barrière est seulement protégée par résistance et lorsque les composants ne sont pas enrobés, l'enveloppe doit être conçue pour éviter l'accès aux composants et doit satisfaire au moins au degré de protection IP54 tel qu'il est défini par la Publication 529 de la CEI.

Note. – Il convient de monter la barrière dans une enveloppe de protection appropriée aux conditions de la zone dans laquelle elle est utilisée.

9.3 Epreuves individuelles

Une épreuve individuelle de toutes les barrières terminées doit être effectuée pour vérifier que tous les composants fonctionnent convenablement et que le circuit est correct.

Note. – L'attention de l'autorité certificatrice est attirée sur le fait qu'il convient de ne tenir aucun compte des matériels situés dans la zone sûre et reliés aux bornes de raccordement vers la zone sûre de la barrière de diodes si:

- a) le matériel, lorsqu'il est prévu pour fonctionner à partir d'un réseau, est alimenté à partir de l'enroulement secondaire d'un transformateur d'isolement à double enroulement dont l'enroulement primaire est protégé par un fusible de calibre approprié et possédant un pouvoir de coupure adéquat;
- b) la tension maximale appliquée au matériel situé dans la zone sûre, ou produite à l'intérieur de celui-ci, est inférieure à la tension qui a été considérée pour déterminer les caractéristiques assignées des composants de la barrière;
- c) l'impédance totale du circuit de terre de l'installation est maintenue à l'intérieur de limites pouvant être spécifiées par l'autorité certificatrice.

10. Epreuves

Tout matériel doit être évalué ou soumis à une épreuve de type pour s'assurer qu'il ne peut pas provoquer d'inflammation dans les conditions spécifiées à l'article 4 pour la catégorie correspondante de matériel et pour le ou les groupes appropriés spécifiés à l'article 3.

Un circuit de sécurité intrinsèque peut être dispensé de l'épreuve de type avec l'éclateur (voir paragraphe 10.1) si sa structure et ses paramètres électriques sont suffisamment bien définis pour que sa sécurité puisse être déduite des courbes de référence (voir figures 1 à 8, pages 52 à 59) grâce à la méthode décrite dans l'annexe A.

Le matériel doit aussi être évalué ou être soumis à une épreuve de type pour déterminer son classement en température (voir article 5).

10.1 Eclateur

Lorsqu'il est applicable, l'éclateur doit être celui qui est décrit dans la Publication 79-3 de la CEI: Troisième partie: Eclateur pour circuits de sécurité intrinsèque. Dans le cas où cet éclateur ne conviendrait pas, comme précisé dans la Publication 79-3 de la CEI, un éclateur différent, acceptable par l'autorité compétente, nationale ou autre, devrait être utilisé.

10.2 Gaz d'épreuve

Les gaz d'épreuve ci-après doivent être utilisés, en fonction du groupe du matériel soumis aux épreuves:

- groupe I: $8,3 \pm 0,3\%$ méthane-air
- groupe IIA: $5,25 \pm 0,25\%$ propane-air
- groupe IIB: $7,8 \pm 0,5\%$ éthylène-air
- groupe IIC: $21 \pm 2\%$ hydrogène-air

9.2.6 Enclosures

For barriers which are only resistor-protected and where the components are not encapsulated, the enclosure shall be so constructed as to prevent access to the components and shall have not less than the degree of protection IP54 as defined in IEC Publication 529.

Note. – The barrier assembly should be mounted within a protective enclosure suitable for the conditions in the area in which the barrier assembly is to be used.

9.3 Routine tests

A routine test shall be carried out on all completed barrier assemblies to verify that all the components are operating correctly and that the circuit is correct.

Note. – The attention of the certifying authority is drawn to the fact that no account should be taken of any apparatus mounted in the safe area and associated with the connections to the safe area terminals of a diode barrier, provided that:

- a) the apparatus, when designed for mains operation, is supplied from the secondary winding of a double-wound isolating transformer, the primary winding of which is protected by an appropriately rated fuse of adequate breaking capacity;
- b) the maximum voltage applied to or generated within the apparatus in the safe area is less than that specified as having been used to determine the barrier component ratings;
- c) the total earth loop impedance of the installed system is maintained within any limits which may be specified by the appropriate certifying authority.

10. Tests

All apparatus shall be assessed or subjected to a type test to ensure that it is incapable of causing ignition under the conditions specified in Clause 4 for the appropriate category of apparatus and for the appropriate group or groups specified in Clause 3.

An intrinsically-safe circuit may be exempted from a type test with the spark test apparatus (see Sub-clause 10.1) if its structure and its electrical parameters are sufficiently well defined for its safety to be deduced from the reference curves (see Figures 1 to 8, pages 52 to 59) by the method described in Appendix A.

The apparatus shall also be assessed or type-tested to determine its temperature classification (see Clause 5).

10.1 Spark test apparatus

The spark test apparatus shall be that described in IEC Publication 79-3: Part 3: Spark Test Apparatus for Intrinsically-safe Circuits, where it is applicable. In circumstances where this apparatus is not suitable, as indicated in IEC Publication 79-3, alternative test apparatus acceptable to the appropriate national or other authority shall be used.

10.2 Test gases

The following test gases shall be used, according to the stated group of the apparatus which is being tested:

- | | | |
|------------|-------------------|--------------|
| Group I: | $8.3 \pm 0.3\%$ | methane/air |
| Group IIA: | $5.25 \pm 0.25\%$ | propane/air |
| Group IIB: | $7.8 \pm 0.5\%$ | ethylene/air |
| Group IIC: | $21 \pm 2\%$ | hydrogen/air |

Dans les cas particuliers des matériels devant être certifiés et marqués pour utilisation en présence d'une vapeur ou d'un gaz déterminé, ceux-ci doivent être éprouvés en présence du mélange le plus facilement inflammable de cette vapeur ou de ce gaz dans l'air.

Note. – La pureté des gaz et vapeurs commercialement disponibles est en général suffisante pour ces épreuves, mais il convient de ne pas utiliser ceux dont la pureté est inférieure à 95%. Les effets de variations normales de la température du laboratoire et de la pression atmosphérique, ainsi que ceux de l'humidité de l'air du mélange gazeux paraissent négligeables. Aucun effet notable de ces paramètres ne se manifeste au cours des étalonnages de routine de l'éclateur.

10.3 Etalonnage de l'éclateur

La sensibilité de l'éclateur doit être vérifiée avant et après chaque série d'épreuves effectuées conformément au paragraphe 10.4. A cette fin, l'éclateur doit être étalonné avec l'un des deux circuits suivants: soit un circuit alimenté sous une tension continue de 24 V et comprenant une inductance à air de 0,095 H, soit un circuit résistif (inductance $< 10 \mu\text{H}$) alimenté sous une tension continue de 24 V. Les courants de ces circuits doivent être réglés en fonction du groupe prévu, à la valeur indiquée dans le tableau III.

TABLEAU III
Courant dans le circuit d'étalonnage

Groupe	Circuit inductif	Circuit résistif
I	110 mA	1,5 A
IIA	100 mA	1,0 A
IIB	65 mA	0,7 A
IIC	30 mA	0,3 A

Le circuit d'étalonnage choisi doit être le plus approprié au matériel soumis à l'épreuve de type.

L'éclateur doit fonctionner durant 400 tours du porte-fils de tungstène, avec ce dernier relié au pôle positif de la source, et l'épreuve est considérée comme satisfaisante s'il se produit au moins une inflammation du gaz d'épreuve.

10.4 Epreuves de type

Lors de l'épreuve de type de la sécurité du matériel, l'éclateur doit être inséré dans le circuit éprouvé en tout point où l'on estime qu'une interruption, un court-circuit ou un défaut à la terre peut se produire, compte tenu des règles de la présente norme. Les épreuves doivent être effectuées lorsque le circuit fonctionne normalement et également en présence de un ou de deux défauts, conformément à la catégorie du matériel (voir article 4), et avec la valeur maximale de capacité et d'inductance de tout circuit externe raccordé au matériel à sécurité intrinsèque.

Les séries d'épreuves en chaque point doivent se poursuivre durant au moins 200 tours du porte-fils de tungstène, pour chaque polarité, dans le cas d'un circuit à courant continu, ou durant 1000 tours dans le cas d'un circuit à courant alternatif.

10.4.1 Coefficients de sécurité

Lorsque les épreuves sont effectuées sur un circuit mis en défaut, le coefficient de sécurité doit être appliqué aux valeurs du courant et de la tension qui résultent de la présence des défauts.

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

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

10.3 Calibration of spark test apparatus

The sensitivity of the spark-test apparatus shall be checked before and after each test series carried out in accordance with Sub-clause 10.4. For this purpose, the test apparatus shall be calibrated using one of the two following circuits: either a 24 V d.c. circuit containing a 0.095 H air-cored coil or a 24 V d.c. resistive circuit (inductance < 10 μ H). The currents in these circuits shall be set at the value given in Table III for the appropriate group.

TABLE III
Current in calibration circuit

Group	Inductive circuit	Resistive circuit
I	110 mA	1.5 A
IIA	100 mA	1.0 A
IIB	65 mA	0.7 A
IIC	30 mA	0.3 A

The calibration circuit chosen shall be that which is most appropriate to the apparatus which is being type-tested.

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

10.4 Type tests

For the type test of the safety of the apparatus, the spark-test apparatus shall be inserted in the circuit under test at each point where it is considered that an interruption, short-circuit or earth fault may occur, taking into account the requirements of this standard. Tests shall be made with the circuit in normal operation, and also with one or two faults applied, as appropriate to the category of apparatus (see Clause 4), and with the maximum value of any capacitance and inductance of any external circuits connected to the intrinsically-safe apparatus.

The test series at each test point shall continue for not less than 200 revolutions of the tungsten wire-holder, with each polarity, for a d.c. circuit, or 1000 revolutions for an a.c. circuit.

10.4.1 Safety factors

When the tests are being carried out with faults applied to the circuit, the safety factor shall be applied to the values of current and voltage which arise under the fault conditions.

Lorsqu'un matériel est muni de prises permettant un réglage facile de la tension d'alimentation, le coefficient de sécurité exigé doit subsister quand la tension maximale d'alimentation pour laquelle le matériel est prévu est appliquée sur la prise correspondant à la tension minimale.

Lorsqu'un coefficient de sécurité de 1,5 est exigé pour l'exécution de l'épreuve de type, conformément à l'article 4, le coefficient de sécurité peut être obtenu au moyen des méthodes des points *a)*, *b)* ou *c)* ci-dessous ou au moyen de méthodes de sévérité équivalente acceptables par une autorité compétente, nationale ou autre, par exemple l'utilisation d'un gaz d'épreuve plus sévère.

a) Circuits inductifs ($L > 1 \text{ mH}$)

Le courant doit être augmenté dans le rapport 1,5 par réduction de la valeur de la résistance de limitation, si cela est possible, ou, dans le cas contraire, par accroissement de la tension.

b) Circuits résistifs dont l'inductance est inférieure à 1 mH

Le courant doit être augmenté dans le rapport 1,5 par:

- i)* majoration de 25% de la tension du réseau;
- ii)* majoration de 10% de la tension maximale possible des autres sources, en prenant en considération les tolérances de fabrication et les effets de la température;
- iii)* majoration de 10% de la tension maximale possible des dispositifs de limitation de tension (par exemple diodes Zener), dans les conditions définies au point *ii)*, et puis, si possible,
- iv)* par diminution de valeur de la résistance de limitation pour obtenir la valeur convenable du courant d'épreuve. Lorsqu'il existe plus d'une résistance de limitation, chacune d'elles doit être réduite dans la même proportion, ou, si *iv)* est impossible,
- v)* par nouvelle majoration de la tension.

c) Circuits capacitifs

La tension doit être augmentée dans le rapport 1,5.

10.4.2 *Résultat des épreuves*

Le matériel est considéré comme satisfaisant aux épreuves si aucune inflammation ne s'est produite, lors des différentes séries d'épreuves, en aucun point soumis à épreuve.

10.5 *Classement en température*

Une évaluation ou une épreuve doit être effectuée pour permettre le classement en température du matériel, conformément à la Publication 79-8 de la CEI.

Dans certains cas, des températures plus élevées que celles de la classe de température marquée peuvent être admises sur des composants de petites dimensions, par exemple transistors ou résistances, s'il est prouvé par des épreuves, ou évident par l'expérience acquise, qu'il n'y a pas de risque direct ou indirect d'inflammation, de détérioration ou de déformation du fait de ces températures plus élevées.

10.6 *Méthodes d'épreuve diélectrique*

Lorsqu'une épreuve diélectrique est prescrite par la présente norme, la méthode employée doit être en conformité avec la norme correspondante de la CEI, si elle existe.

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

- l'épreuve doit être effectuée sous une tension alternative sensiblement sinusoïdale, à une fréquence comprise entre 48 Hz et 62 Hz;

Where readily adjustable voltage tapings are provided on the apparatus, the necessary safety factor shall exist when the maximum input voltage for which the apparatus is designed is applied to the minimum voltage tapping.

For the purpose of the type test and where a safety factor of 1.5 is required by Clause 4, the safety factor may be achieved by the methods given in Items *a)*, *b)* or *c)* below or by any method of equivalent severity accepted by a national or other testing authority, for example the use of a more severe test gas.

a) Inductive circuits ($L > 1 \text{ mH}$)

The current shall be increased by a factor of 1.5 by reducing the value of limiting resistance if practicable, but otherwise by increasing the voltage.

b) Resistive circuits having an inductance less than 1 mH

The current shall be increased by a factor of 1.5 by:

- i)* increasing the mains supply voltage by 25%;
- ii)* increasing other supply voltages by 10% above the maximum possible in service, taking into account manufacturers' tolerances and temperature effects;
- iii)* increasing the setting of voltage limiting devices (e.g. shunt Zener diodes) by 10% above the maximum possible, as defined in Item *ii)*, and then, if possible,
- iv)* by decreasing the values of limiting resistance to obtain the necessary values of test current. When more than one current limiting resistor exists, all such resistors shall be decreased in the same proportion, or, if *iv)* is not possible,
- v)* by a further increase in the voltage.

c) Capacitive circuits

The voltage shall be increased by a factor of 1.5.

10.4.2 Test results

The apparatus shall be considered to satisfy the spark-test requirements only if no ignition occurs in any test series at any of the chosen test points.

10.5 Temperature classification

An assessment or test shall be carried out to establish the temperature classification of the apparatus in accordance with IEC Publication 79-8.

In certain cases, temperatures higher than that of the marked temperature class can be permitted for small components, for example transistors or resistors, if it is proved by tests or experimental evidence that there is no risk of direct or indirect ignition, deterioration or deformation by such higher temperatures.

10.6 Voltage test methods

When a voltage test is required by this standard, the method shall be in accordance with the appropriate IEC standard, if any.

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

- the test shall be made with alternating voltage of substantially sinusoidal waveform at a frequency between 48 Hz and 62 Hz;

- la tension doit être délivrée par un transformateur de puissance au moins égale à 500 VA;
- la tension doit être augmentée régulièrement jusqu'à la valeur spécifiée, en un temps d'au moins 10 s et, ensuite, maintenue pendant au moins 60 s.

11. Marquage

Il est souhaitable que la plaque du matériel comporte le plus d'informations possible, mais on reconnaît que, pour le marquage des petits matériels, l'inscription de toutes les informations demandées est impraticable.

Aussi le document de certification ou d'agrément doit être considéré comme la seule source complète d'information. Dans ce document, toutes les caractéristiques nécessaires pour le raccordement des circuits externes affectant la sécurité doivent être mentionnées (par exemple tension maximale, résistance minimale, inductance maximale ou, éventuellement, un type spécifié de matériel à raccorder).

Le marquage minimal doit comporter:

- i) le symbole Ex;
- ii) toute indication qui permette une identification complète et sans ambiguïté du matériel (par exemple le numéro du certificat et le sigle de l'organisme de certification, ou le numéro de type et le sigle du constructeur);
- iii) pour les barrières de sécurité à diodes, la tension maximale pouvant être appliquée, sans compromettre la sécurité, aux bornes des circuits qui ne sont pas de sécurité intrinsèque;
- iv) pour les matériels qui sont certifiés pour utilisation en présence d'une vapeur ou d'un gaz déterminé, le nom ou la formule chimique de cette vapeur ou de ce gaz.

Note. – La certification peut porter sur des matériels de une ou de plusieurs unités. Dans ce dernier cas, le numéro du certificat doit être mentionné, si possible, sur chaque unité qui doit être clairement identifiable. Une combinaison de matériels certifiés isolément n'est sûre que si toutes les conditions fixées dans les certificats sont respectées.

En plus du marquage minimal prescrit ci-dessus, le matériel doit, si possible, recevoir le marquage spécifié au paragraphe 11.1 ou 11.2, selon le cas.

11.1 Matériel à sécurité intrinsèque

Autant que possible, le marquage doit comprendre:

- a) symbole Exia ou Exib;
- b) symbole du groupe, c'est-à-dire, I, IIA, IIB, IIC (ou bien nom de la vapeur ou du gaz particulier);
- c) température maximale de surface selon la Publication 79-8 de la CEI;
- d) nom ou sigle du constructeur;
- e) numéro de type;
- f) numéro de série;
- g) nom ou sigle de l'organisme de certification, national ou autre;
- h) numéro du certificat ou numéro d'agrément;
- j) éventuellement, le symbole X, attirant l'attention sur des conditions spéciales mentionnées dans les documents de certification et, en particulier, si le matériel n'est pas autonome ou si des défauts se révélant d'eux-mêmes ont été pris en considération lors de la certification.

- the voltage shall be derived from a transformer of at least 500 VA output;
- the voltage shall be increased steadily to the specified value in a period not less than 10 s and then maintained for at least 60 s.

11. Marking

It is desirable that as much information as possible shall be provided on the apparatus label, but it is recognized that it may be impracticable to mark some small pieces of apparatus with all the required information.

For this reason, the certificate or approval document shall be regarded as the only complete source of information. In this document, all the characteristics necessary for the connection of external circuits affecting safety shall be mentioned (e.g. maximum voltage, minimum resistance, maximum inductance or, in special cases, a specific type of apparatus to be connected).

The minimum marking shall be:

- i) the symbol Ex;
- ii) any indication which permits the complete identification of the apparatus without ambiguity (e.g. the certificate number of the certifying authority and its symbol or the manufacturer's mark and type number);
- iii) for shunt diode safety barrier assemblies only, the maximum voltage that can safely be applied to the terminals of the non-intrinsically-safe circuits;
- iv) for apparatus which has been certified for use in a specific gas or vapour, the name or chemical formula of the gas or vapour.

Note. – The certificate may apply to apparatus consisting of one or more units. In the latter case, if convenient, the certificate number and also a clear identification of the unit should be carried on each unit. A combination of separately certified apparatus is safe only if all the conditions specified in the certificates are complied with.

In addition to the minimum marking specified above, the apparatus shall, where practicable, have the marking specified in Sub-clause 11.1 or 11.2, as appropriate.

11.1 *Intrinsically-safe apparatus*

Wherever possible, the marking shall include:

- a) symbol Exia or Exib;
- b) group symbol, i.e. I, IIA, IIB or IIC (or name of the specific gas or vapour);
- c) maximum surface temperature according to IEC Publication 79-8;
- d) manufacturer's name or mark;
- e) type number;
- f) serial number;
- g) name or symbol of the national or other certifying authority;
- h) number of the certificate or approval number;
- j) if necessary, the symbol X, drawing attention to the special conditions mentioned in the certification documents, particularly if the apparatus is not self-contained or if self-revealing faults have been taken into account in certification.

11.2 *Matériel associé*

Autant que possible, le marquage doit comprendre:

- a) nom ou sigle du constructeur;
- b) numéro de type;
- c) numéro de série;
- d) nom ou sigle de l'organisme de certification, national ou autre;
- e) numéro du certificat ou numéro d'agrément;
- f) éventuellement, le symbole X, attirant l'attention sur des conditions spéciales mentionnées dans les documents de certification, et en particulier si le matériel n'est pas autonome ou si des défauts se révélant d'eux-mêmes ont été pris en considération lors de la certification;
- g) symbole [Exia], [Exib] ou, si Ex est déjà mentionné, [ia], [ib];
- h) toute autre indication utile, en particulier, si c'est le cas, le symbole d'un autre mode de protection et de ses caractéristiques, par exemple Exd [ib], IIC T3.

Note. – Les crochets entourant le symbole forment une partie essentielle du marquage en indiquant que le matériel est un matériel associé destiné à être raccordé à un matériel à sécurité intrinsèque, mais qu'il n'est pas lui-même à sécurité intrinsèque.

11.3 *Marquage des bornes*

Les bornes, boîtes à bornes, les fiches et socles des circuits de sécurité intrinsèque doivent être clairement repérés et facilement identifiables. Lorsque à cet effet on utilise une couleur, ce doit être le bleu clair.

11.2 Associated apparatus

Wherever possible, the marking shall include:

- a) manufacturer's name or mark;
- b) type number;
- c) serial number;
- d) name or symbol of the national or other certifying authority;
- e) number of the certificate or approval number;
- f) if necessary, the symbol X, drawing attention to the special conditions mentioned in the certification documents, particularly if the apparatus is not self-contained or if self-revealing faults have been taken into account in certification;
- g) symbol [Exia], [Exib] or [ia], [ib] if Ex is already mentioned;
- h) all other necessary information (in particular, if applicable, the symbol of another type of protection and its characteristics, e.g. Exd [ib] IIC, T3).

Note. – The square brackets round the symbol are an essential part of the marking, indicating that the apparatus is associated apparatus intended for connection to intrinsically-safe apparatus, but not itself intrinsically safe.

11.3 Terminal marking

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

ANNEXE A

GUIDE POUR LA CONCEPTION ET L'ÉVALUATION DES CIRCUITS
DE SÉCURITÉ INTRINSÈQUE

A1. Critères fondamentaux

Un circuit de sécurité intrinsèque doit satisfaire à trois critères fondamentaux.

- a) Le circuit doit être convenablement séparé des autres circuits.
- b) Tous les composants du circuit doivent présenter une température maximale de surface inférieure à celle prescrite pour la classe de température de surface spécifiée afin d'éviter l'inflammation résultant d'effets thermiques.

Note. – Des températures plus élevées peuvent être admises pour de petits composants (voir paragraphe 10.5).

- c) Il ne doit pas se produire d'inflammation par étincelle lorsque le circuit est éprouvé, ou évalué, conformément à l'article 10 pour la catégorie (voir article 4) et le groupement du matériel électrique (voir article 3) spécifiés.

Il peut être satisfait au critère énoncé au point a) grâce à des lignes de fuite et distances d'isolement convenables et à l'utilisation de composants, tels que transformateurs, résistances de limitation de courant, conformes aux règles de l'article 8 pour les composants infaillibles.

Il peut être satisfait au critère énoncé au point b) par estimation de la température maximale de surface des composants d'après la connaissance de leur comportement thermique et la puissance maximale à laquelle ils peuvent être soumis dans les conditions de défaut appropriées.

Le concepteur du circuit peut ne pas avoir la possibilité d'utiliser un éclateur (voir Publication 79-3 de la CEI). Il peut alors être satisfait au critère énoncé au point c) par évaluation, pour laquelle les renseignements concernant la tension, le courant et les paramètres du circuit, tels que capacité et inductance, pouvant provoquer l'inflammation, sont nécessaires. Le circuit peut alors être évalué comme étant de sécurité intrinsèque du point de vue de l'inflammation par étincelles.

A2. Courbes de référence

Les courbes données par les figures 1 à 8, pages 52 à 59, permettent d'évaluer la capacité d'inflammation d'un certain nombre de configurations simples de circuits. Pour pouvoir utiliser ces renseignements, il est naturellement nécessaire que le circuit à évaluer comme étant de sécurité intrinsèque se rapproche de l'un des circuits pour lesquels les renseignements sont donnés.

Note. – Lorsqu'il n'y a pas de renseignements pour les groupes IIA et IIB, cela est dû au fait que les recherches se poursuivent.

Il convient de souligner que ces renseignements se rapportent aux conditions limites d'inflammation et que, pour réaliser un circuit qui satisfasse aux règles de la présente norme, le concepteur devra tenir compte aussi bien des conditions de défaut (voir article 4) que des coefficients de sécurité (voir article 10).

APPENDIX A

GUIDANCE ON DESIGN AND ASSESSMENT OF INTRINSICALLY-SAFE CIRCUITS

A1. Basic criteria

An intrinsically-safe circuit shall satisfy three basic criteria.

- a) The circuit shall be adequately separated from other circuits.
- b) All components in the circuit shall have a maximum surface temperature less than that prescribed for the specified surface temperature classification in order to avoid ignition resulting from thermal effects.

Note. – Higher temperatures can be permitted for small components (see Sub-clause 10.5).

- c) No spark ignition shall result when the circuit is tested, or assessed, as required by Clause 10 for the specified category (see Clause 4) and grouping (see Clause 3) of electrical apparatus.

Criterion *a)* can be satisfied by the provision of adequate creepage distances and clearances, and by the use of components, for example, transformers, current-limiting resistors, complying with the requirements of Clause 8 for infallible components.

Criterion *b)* can be satisfied by estimating the maximum surface temperatures of components from a knowledge of their thermal behaviour and the maximum power to which they may be subjected under the appropriate fault conditions.

A circuit designer may not have the use of a spark test apparatus (see IEC Publication 79-3). Criterion *c)* can then be satisfied by assessment, for which information relating voltage, current, and circuit parameters such as capacitance and inductance at the boundary for ignition, is necessary. The circuit can then be assessed as intrinsically safe from the point of view of spark ignition.

A2. Reference curves

The curves given as Figures 1 to 8, pages 52 to 59, enable the ignition capability of a number of simple circuit configurations to be assessed. In order to make use of this information it is, of course, necessary that the circuit being assessed for intrinsic safety approximates to one of the circuits for which information is provided.

Note. – Where there is no information given for Groups IIA and IIB, investigations are in progress.

It should be emphasized that this information relates to boundary conditions for ignition and that, in order to design a circuit which satisfies the requirements of this standard, the designer should also take into account both fault conditions (see Clause 4) and safety factors (see Clause 10).

A3. Procédure générale

En général, pour le circuit en question, la procédure ci-dessous devra être appliquée:

- déterminer la situation pratique la plus défavorable, compte tenu des tolérances des composants, des variations de la tension d'alimentation, des défauts d'isolement et des défauts des composants, puis
- appliquer les coefficients de sécurité appropriés, qui dépendent du type de circuit (voir paragraphe 10.4.1) et de la catégorie du matériel électrique (voir article 4), afin d'obtenir un circuit modifié destiné à être soumis à l'évaluation ou aux épreuves avec l'éclateur, puis
- vérifier que les paramètres du circuit modifié sont acceptables d'après les courbes de référence des figures 1 à 8, pages 52 à 59.

A4. Limites d'application

Les renseignements fournis par les figures 1 à 8 ne concernent que des circuits simples et, dans certains cas, il peut être difficile d'appliquer ces renseignements pour la conception de circuits réels. Par exemple, de nombreuses sources d'alimentation présentent des caractéristiques de sortie non linéaires et ne peuvent pas être évaluées à partir des courbes de référence parce que les figures 1 et 2 ne peuvent être utilisées que si le circuit peut être représenté par une pile ou un accumulateur et une résistance de limitation de courant en série.

Pour cette raison, les circuits non linéaires, tels que les circuits à courant constant, provoquent l'inflammation à des intensités plus faibles que celles qui sont déduites des figures 1 et 2 sur la base de la tension à circuit ouvert et du courant de court-circuit. Dans certains types de circuits non linéaires, l'intensité maximale admissible peut être seulement le cinquième de celle qui est déduite des figures.

C'est pourquoi il convient de s'assurer avec beaucoup de précautions que les évaluations ne soient effectuées que si le circuit à l'étude peut, en fait, être représenté par l'un des circuits simples pour lesquels les renseignements existent. Les renseignements disponibles sont limités et ne peuvent pas couvrir tous les problèmes détaillés qui surgissent lors de la conception des circuits de sécurité intrinsèque.

Note. – Il convient de n'utiliser les courbes de référence sans cadmium que si le matériel électrique et l'installation peuvent être garantis exempts de cadmium, de zinc, de magnésium ou d'aluminium.

A5. Effet des câbles d'interconnexion extérieurs

Il ne faut pas oublier que, lorsque des câbles longs sont utilisés pour relier entre eux des matériels électriques, il convient de tenir compte de la réactance des câbles dans l'évaluation de la sécurité intrinsèque du circuit ainsi formé. En général, il suffit de considérer le câble soit comme un condensateur ponctuel, soit comme une bobine d'inductance plus résistance ponctuelle, les valeurs dépendant directement de la longueur du câble utilisé.

Note. – Une étude détaillée de ce problème est en cours, en vue d'une modification ultérieure à la présente norme.

Exemple. Une alimentation peut être marquée comme appropriée pour une charge capacitive d'une valeur inférieure ou égale à 0,1 μF . Si le matériel électrique raccordé en tant que charge présente une capacité effective de 0,07 μF , il est alors nécessaire de s'assurer que tout câble d'interconnexion présente une capacité de moins de 0,03 μF .

A3. General procedure

Generally, for the circuit in question, the procedure below should be applied:

- determine the worst practical situation taking account of component tolerances, supply voltage variations, insulation faults and component faults, then
- apply the appropriate safety factors, which depend on the type of circuit (see Sub-clause 10.4.1) as well as on the category of the electrical apparatus (see Clause 4), in order to derive a modified circuit to be subjected to assessment or testing with the spark test apparatus, then
- check that the parameters of the modified circuit are acceptable according to the reference curves in Figures 1 to 8, pages 52 to 59.

A4. Limitations in application

The information provided in Figures 1 to 8, relates only to simple circuits and it may be difficult in some cases to apply the information to the design of practical circuits. For example, many power supplies have non-linear output characteristics and are not assessable from the reference curves because Figures 1 and 2 can only be used when the circuit can be represented by a cell or battery and a series current-limiting resistor.

Because of this, non-linear circuits, such as constant current circuits, will give ignition at lower values of current than would be predicted from Figures 1 and 2 on the basis of open-circuit voltage and short-circuit current. In some types of non-linear circuit the maximum permitted current may be only one-fifth of that predicted from the figures.

Great care is therefore needed to ensure that assessments are made only when the circuit under consideration can, for practical purposes, be represented by one of the simple circuits for which information is provided. The information available is limited and cannot cover all the detailed problems that arise in the design of intrinsically-safe circuits.

Note. – The cadmium-free reference curves should be used only when the electrical apparatus and the installation can be guaranteed free from cadmium, zinc, magnesium or aluminium.

A5. Effect of external interconnecting cables

It has to be remembered that, where long cables are used to interconnect items of electrical apparatus, the reactance of the cables should be taken into account when assessing the intrinsic safety of the circuit so formed. Generally, it is sufficient to regard the cable as either a lumped capacitance or as a lumped inductance plus resistance, the values depending directly on the length of cable used.

Note. – Detailed study of the subject is being made with a view to a later amendment to this standard.

Example. A power supply may be marked as suitable for a capacitive load of up to 0.1 μF . If the electrical apparatus connected as a load has an effective capacitance of 0.07 μF , then it is necessary to ensure that any interconnecting cable has a capacitance of less than 0.03 μF .

A6. Exemples de circuits simples

A6.1 *Circuit inductif simple*

Pour illustrer la procédure d'une façon plus détaillée, considérons un circuit pour le groupe IIC consistant en une alimentation comprenant une pile ou un accumulateur de 20 V avec une résistance de limitation de courant infaillible de 300 Ω convenablement montée (voir paragraphe 7.4) alimentant une bobine de 100 mH, 1100 Ω , comme le montre la figure 9, page 60.

Pour cet exemple, les valeurs de 300 Ω et 1100 Ω sont prises comme valeurs minimales et celle de 100 mH est prise comme valeur maximale. Deux évaluations distinctes sont nécessaires: l'une pour s'assurer que l'alimentation elle-même est de sécurité intrinsèque (voir paragraphe A6.1.1), l'autre pour tenir compte de l'effet dû à la charge raccordée (voir paragraphe A6.1.2).

A6.1.1 *Alimentation*

Les étapes de l'évaluation sont les suivantes:

- a) La valeur minimale de la résistance de limitation de courant est fixée à 300 Ω , ce qui représente la situation la plus défavorable en ce qui concerne la résistance. Si cette résistance ne satisfait pas aux règles d'inafaillibilité (voir paragraphe 8.4), l'application d'un défaut unique (voir article 4) produirait un circuit modifié dont la résistance serait présumée en court-circuit. Avec un tel défaut, l'alimentation ne serait pas de sécurité intrinsèque.

Il est également nécessaire de déterminer la valeur maximale de la tension de la pile ou de l'accumulateur à partir de la mesure de la tension en circuit ouvert d'un certain nombre de piles ou d'accumulateurs neufs (dans le cas des accumulateurs, c'est la tension immédiatement après la charge). On suppose, dans l'analyse ci-après, que la tension maximale de l'accumulateur est de 22 V.

Le courant de court-circuit maximal est donc de $22/300 = 73,3$ mA.

- b) Étant donné que le circuit est résistif, l'application des règles de l'article 4 et du paragraphe 10.4.1 produit un circuit modifié, dans lequel la tension de l'accumulateur est majorée de 10%, soit $1,1 \times 22 = 24,2$ V et le courant de court-circuit est porté à $1,5 \times 73,3 = 110$ mA. Dans le cas où la pile ou l'accumulateur est incorporé dans le matériel électrique, l'augmentation de 10% de la tension n'est pas nécessaire.

Note. – Le coefficient de sécurité exigé par l'article 4 est fixé à 1,5 mais, dans certains cas, le coefficient exigé peut être plus élevé lorsque des contacts non protégés produisant des étincelles se trouvent en zone 0.

- c) Sur la figure 1, page 52, on peut voir que, dans le cas du groupe IIC, le courant minimal d'inflammation pour un circuit résistif sous une tension de 24,2 V est de 260 mA. L'alimentation peut, par conséquent, être évaluée comme étant de sécurité intrinsèque du point de vue de l'inflammation par étincelles.

A6.1.2 *Charge raccordée*

Les étapes de l'évaluation sont les suivantes:

- a) comme au paragraphe A6.1.1, on suppose que la tension maximale de la pile ou de l'accumulateur est de 22 V. Puisque 300 Ω et 1100 Ω sont des valeurs minimales, le courant maximal possible dans la charge est de $22/(300 + 1100) = 15,7$ mA. L'application des défauts n'est pas nécessaire, la résistance de 300 Ω étant infaillible, et la mise en défaut par court-circuit de la bobine conduit au circuit considéré au paragraphe A6.1.1. La défaillance par ouverture de circuit conduit nettement à une situation sûre;
- b) l'application des règles de l'article 4 et du paragraphe 10.4.1 exige que, pour un coefficient de sécurité de 1,5, le courant du circuit soit porté à $1,5 \times 15,7 = 23,6$ mA;

A6. Examples for simple circuits

A6.1 Simple inductive circuit

To illustrate the procedure in more detail, consider a circuit for Group IIC consisting of a power supply comprising a 20 V battery with a suitably-mounted (see Sub-clause 7.4) infallible 300 Ω current-limiting resistor feeding into a 1100 Ω 100 mH inductor as shown in Figure 9, page 60.

For the purposes of this example, the 300 Ω and 1100 Ω values are taken as minimum values and 100 mH is taken as a maximum value. Two separate assessments are made: one (see Sub-clause A6.1.1), to ensure that the power supply itself is intrinsically safe and the other (see Sub-clause A6.1.2), to take account of the effect of the connected load.

A6.1.1 Power supply

The steps in the assessment are the following:

- a) The value of current-limiting resistor is quoted as 300 Ω minimum and this represents the worst situation as far as the resistor is concerned. If this resistor does not meet the requirements for infallibility (see Sub-clause 8.4), application of a single fault (see Clause 4) would produce a modified circuit in which the resistor would be assumed to be short-circuited. With such a fault, the power supply would not be intrinsically safe.

It is also necessary to determine a maximum value for the battery voltage from measurements of the open-circuit voltage of a number of new batteries (in the case of rechargeable cells or batteries this would be the voltage immediately after charging). It is assumed in the following discussion that the maximum battery voltage is 22 V.

The maximum short-circuit current is thus $22/300 = 73.3$ mA.

- b) Since the circuit is resistive, application of the requirements of Clause 4 and of Sub-clause 10.4.1 gives rise to a modified circuit in which the battery voltage is increased by 10%, that is $1.1 \times 22 = 24.2$ V, and the short-circuit current is increased to $1.5 \times 73.3 = 110$ mA. The 10% increase in battery voltage is not made in the case of cells or batteries incorporated in electrical apparatus.

Note. – The safety factor required by Clause 4 has been taken as 1.5, but in some circumstances the required factor may be higher when unprotected normally-sparking contacts are present in Zone 0.

- c) From Figure 1, page 52, it can be seen that for Group IIC the minimum igniting current for a resistive circuit at 24.2 V is 260 mA. The power supply can therefore be assessed as intrinsically safe from the point of view of spark ignition.

A6.1.2 Connection of load

The steps in the assessment are the following:

- a) as in Sub-clause A6.1.1, the maximum battery voltage is assumed to be 22 V. Since 300 Ω and 1100 Ω are minimum values, the maximum possible current in the load is $22/(300 + 1100) = 15.7$ mA. No faults need to be applied since the 300 Ω resistor is infallible and short-circuit failure of the inductor leads to the circuit considered in Sub-clause A6.1.1. Open-circuit failure clearly leads to a safe condition;
- b) application of the requirements of Clause 4 and of Sub-clause 10.4.1 requires that, for a safety factor of 1.5, the current in the circuit is increased to $1.5 \times 15.7 = 23.6$ mA;

- c) la référence à la figure 5, page 56, pour le groupe IIC, montre que, pour une bobine de 100 mH, le courant minimal d'inflammation est de 28 mA pour une tension d'alimentation de 24 V. Les circuits peuvent donc être évalués comme étant de sécurité intrinsèque du point de vue de l'inflammation par étincelles pour les utilisations du groupe IIC.

Note. – Pour des tensions à circuit ouvert de moins de 24 V, les figures 7 ou 8, pages 58 et 59, peuvent aussi être utilisées.

Il est supposé, dans l'évaluation ci-dessous, que la bobine est une bobine à air. S'il ne s'agit pas d'une bobine à air, de telles évaluations peuvent être considérées seulement comme approximatives et il est nécessaire d'éprouver le circuit avec l'éclateur (voir Publication 79-3 de la CEI) pour s'assurer s'il est ou non de sécurité intrinsèque.

Note. – En pratique, si l'évaluation repose sur une valeur d'inductance mesurée, le courant minimal d'inflammation réel est normalement supérieur à la valeur estimée, bien que cela ne soit pas toujours le cas.

A6.2 *Circuit capacitif simple*

Considérons maintenant le circuit pour le groupe I, représenté sur la figure 10, page 60. Il comporte une pile ou un accumulateur de 30 V relié à un condensateur de 10 μ F par l'intermédiaire d'une résistance infaillible de 10 k Ω , convenablement montée (voir paragraphe 7.4). Pour cet exemple, les valeurs de 30 V et de 10 μ F sont prises comme valeurs maximales et 10 k Ω comme valeur minimale.

Deux évaluations distinctes sont effectuées: l'une (voir paragraphe A6.2.1) pour s'assurer que l'alimentation elle-même est de sécurité intrinsèque, l'autre (voir paragraphe A6.2.2) pour tenir compte de la présence du condensateur.

A6.2.1 *Alimentation*

Etant donné que la procédure est presque identique à celle de l'exemple précédent, décrit au paragraphe A6.1.1, les détails sont superflus. Le circuit d'alimentation seul peut être facilement évalué comme étant de sécurité intrinsèque du point de vue de l'inflammation par étincelles, le coefficient de sécurité étant supérieur à 100.

A6.2.2 *Condensateur*

Les étapes de l'évaluation sont les suivantes:

- la tension maximale possible de la pile ou de l'accumulateur est de 30 V et la valeur maximale de la capacité est de 10 μ F. Il n'est pas nécessaire d'appliquer des défauts, puisque la résistance de 10 k Ω est infaillible et que ni une défaillance par court-circuit, ni une défaillance par ouverture du circuit, appliquées au condensateur, ne conduisent au circuit traité au paragraphe A6.2.1;
- l'application des règles de l'article 4 et du paragraphe 10.4.1 exige que, pour un coefficient de sécurité de 1,5, la tension de la pile ou de l'accumulateur soit portée à $1,5 \times 30 \text{ V} = 45 \text{ V}$;
- la référence à la figure 3, page 54, pour le groupe I, et l'utilisation de la courbe pour le cadmium montrent que, pour une tension de 45 V, la valeur minimale de la capacité provoquant l'inflammation n'est que de 3 μ F, de sorte que le circuit ne peut être évalué comme étant de sécurité intrinsèque.

Note. – Pour modifier le circuit de façon qu'il puisse être évalué comme étant de sécurité intrinsèque, plusieurs possibilités existent. Les valeurs de la tension ou de la capacité du circuit pourraient être réduites, ou une résistance infaillible pourrait être insérée en série avec le condensateur de 10 μ F. La référence à la figure 10 montre que la tension minimale d'inflammation pour 10 μ F est de 26 V, de sorte que la tension de la pile ou de l'accumulateur devrait être réduite à $26/1,5 = 17,3 \text{ V}$ si la valeur minimale de 10 μ F devait être maintenue. En variante, la valeur de la capacité pourrait être réduite à 3 μ F; ou bien, puisque $10 \mu\text{F} + 5,6 \Omega$ donnent une tension minimale d'inflammation de 48 V, l'insertion d'une résistance infaillible ayant une valeur minimale de 5,6 Ω , montée en série avec le condensateur, produirait également un circuit qui pourrait être évalué comme étant de sécurité intrinsèque du point de vue de l'inflammation par étincelles pour le groupe I.

- c) reference to Figure 5, page 56, for Group IIC shows that for a 100 mH inductor the minimum ignition current for a source of 24 V is 28 mA. The circuits can therefore be assessed as intrinsically safe as regards spark ignition for Group IIC applications.

Note. – For open-circuit voltages below 24 V, Figure 7 or Figure 8, pages 58 and 59, may alternatively be used.

The above assessment assumes that the inductor is air-cored. If the inductor is not air-cored, such assessments can only be regarded as approximate and it is necessary to test the circuit with the spark-test apparatus (see IEC Publication 79-3) in order to establish whether or not it is intrinsically safe.

Note. – In practice, if the assessment is based on a measured inductance value, the actual minimum igniting current is usually, although not always, greater than the assessed value.

A6.2 Simple capacitive circuit

Consider now the circuit illustrated in Figure 10, page 60, which is intended for Group I application. It consists of a 30 V battery connected to a 10 μ F capacitor through a suitably mounted (see Sub-clause 7.4) infallible 10 k Ω resistor. For the purposes of this example the values of 30 V and 10 μ F are taken as maximum values, and 10 k Ω as a minimum value.

Two separate assessments are made: one (see Sub-clause A6.2.1), to ensure that the power supply itself is intrinsically safe and the other (see Sub-clause A6.2.2), to take account of the presence of the capacitor.

A6.2.1 Power supply

Since the procedure is almost exactly that described in Sub-clause A6.1.1, no details need be given. The power supply circuit alone can be readily assessed as being intrinsically safe as regards spark ignition with a safety factor exceeding 100.

A6.2.2 Capacitor

The steps in the assessment are the following:

- the maximum possible battery voltage is 30 V, and 10 μ F is the maximum possible capacitance value. No faults need be applied since the 10 k Ω resistor is infallible and either short-circuit or open-circuit failure of the capacitor gives rise to the circuit considered in Sub-clause A6.2.1;
- application of the requirements of Clause 4 and of Sub-clause 10.4.1 requires that, for a safety factor of 1.5, the voltage is increased to $1.5 \times 30 \text{ V} = 45 \text{ V}$;
- reference to Figure 3, page 54, for Group I, and using the curve for cadmium, shows that at 45 V the minimum value of capacitance to give ignition is only 3 μ F, so that the circuit cannot be assessed as intrinsically safe.

Note. – In order to modify the circuit so that it may be assessed as being intrinsically safe, there are several possibilities. The circuit voltage or capacitance values could be reduced, or an infallible resistor could be inserted in series with the 10 μ F capacitor. Reference to Figure 10 shows that the minimum igniting voltage for 10 μ F is 26 V, so that the battery voltage would have to be reduced to $26/1.5 = 17.3 \text{ V}$ if the value of 10 μ F were to be maintained. Alternatively, the capacitance value could be reduced to 3 μ F; or, since $10 \mu\text{F} + 5.6 \Omega$ gives a minimum igniting voltage of 48 V, insertion of an infallible resistor having a minimum value of 5.6 Ω in series with the capacitor would also produce a circuit which could be assessed as intrinsically safe as regards spark ignition for Group I.