

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE  
NORME DE LA CEI

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION  
IEC STANDARD

Publication 435

Deuxième édition — Second edition

1983

---

**Sécurité des matériels de traitement de l'information**

---

**Safety of data processing equipment**

---



© CEI 1983

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 (V.E.I.), 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 V.E.I. peuvent être obtenus sur demande.

Les termes et définitions figurant dans la présente publication ont été soit repris du V.E.I., 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 117 de la CEI: Symboles graphiques recommandés.

Les symboles et signes contenus dans la présente publication ont été soit repris des Publications 27 ou 117 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 (I.E.V.), 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 I.E.V. will be supplied on request.

The terms and definitions contained in the present publication have either been taken from the I.E.V. 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 117: Recommended graphical symbols.

The symbols and signs contained in the present publication have either been taken from IEC Publications 27 or 117, 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 435

Deuxième édition — Second edition

1983

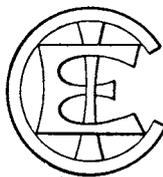
---

**Sécurité des matériels de traitement de l'information**

---

**Safety of data processing equipment**

---



© CEI 1983

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
INTRODUCTION .....	8
 Articles	
1. Généralités .....	12
1.1 Domaine d'application .....	12
1.2 Définitions .....	12
1.3 Prescriptions générales .....	26
1.4 Généralités sur les prescriptions et les essais .....	26
1.5 Eléments constitutants .....	28
1.6 Adaptation au réseau .....	30
1.7 Marques et indications .....	30
2. Conception électrique sûre .....	36
2.1 Protection contre les chocs électriques et les dangers de transfert d'énergie .....	36
2.2 Isolation .....	40
2.3 Circuits à très basse tension de sécurité (TBTS) .....	44
2.4 Circuits à limitation de courant .....	48
2.5 Dispositions en vue de la mise à la terre .....	48
2.6 Isolement de la source d'alimentation primaire .....	52
2.7 Protection des conducteurs internes .....	54
2.8 Verrouillage de sécurité .....	58
2.9 Lignes de fuite, distances dans l'air et distances à travers l'isolation .....	60
3. Câblage et connexions .....	68
3.1 Conducteurs internes .....	68
3.2 Raccordement au réseau .....	70
3.3 Bornes pour les conducteurs d'alimentation primaire .....	78
4. Construction .....	82
4.1 Stabilité et dangers mécaniques .....	82
4.2 Résistance mécanique .....	86
4.3 Détails de construction .....	86
4.4 Résistance au feu .....	94
4.5 Résistance aux courants de cheminement .....	104
4.6 Résistance mécanique des tubes à rayons cathodiques et protection contre les effets des implosions .....	104
5. Essais thermiques et électriques .....	104
5.1 Echauffements .....	104
5.2 Courant de fuite à la terre .....	106
5.3 Rigidité diélectrique .....	112
5.4 Fonctionnement anormal et conditions de défaut .....	114
FIGURES .....	120
ANNEXE A — Essais de résistance à la chaleur et au feu .....	122
ANNEXE B — Essais des moteurs .....	156
ANNEXE C — Transformateurs .....	160
ANNEXE D — Appareil de mesure pour l'essai du courant de fuite .....	168
ANNEXE E — Echauffement des enroulements en aluminium et en cuivre .....	170
ANNEXE F — Mesure des lignes de fuite et des distances dans l'air .....	172
ANNEXE G — Courant de fuite à la terre pour le matériel destiné à être relié à des réseaux de distribution IT .....	180
ANNEXE H — Rayonnements ionisants .....	186

## CONTENTS

	Page
FOREWORD .....	5
PREFACE .....	5
INTRODUCTION .....	9
Clause	
1. General .....	13
1.1 Scope .....	13
1.2 Definitions .....	13
1.3 General requirements .....	27
1.4 General notes on requirements and tests .....	27
1.5 Components .....	29
1.6 Power interface .....	31
1.7 Marking and instructions .....	31
2. Safe electrical design .....	37
2.1 Protection against electric shock and energy hazards .....	37
2.2 Insulation .....	41
2.3 Safety extra-low voltage (SELV) circuits .....	45
2.4 Limited current circuits .....	49
2.5 Provisions for protective earthing .....	49
2.6 Primary power isolation .....	53
2.7 Protection of internal wiring .....	55
2.8 Safety interlocks .....	59
2.9 Creepage distances, clearances and distances through insulation .....	61
3. Wiring and connections .....	69
3.1 Internal wiring .....	69
3.2 Supply connection .....	71
3.3 Terminals for primary power supply conductors .....	79
4. Construction .....	83
4.1 Stability and mechanical hazards .....	83
4.2 Mechanical strength .....	87
4.3 Constructional details .....	87
4.4 Resistance to fire .....	95
4.5 Resistance to tracking .....	105
4.6 Mechanical strength of cathode ray tubes and protection against the effects of implosion .....	105
5. Thermal and electrical tests .....	105
5.1 Heating .....	105
5.2 Earth leakage current .....	107
5.3 Electric strength .....	113
5.4 Abnormal operating and fault conditions .....	115
FIGURES .....	120
APPENDIX A — Tests for resistance to heat and fire .....	123
APPENDIX B — Motor tests .....	157
APPENDIX C — Transformers .....	161
APPENDIX D — Measuring instrument for leakage current test .....	169
APPENDIX E — Temperature rise of aluminium and copper windings .....	171
APPENDIX F — Measurement of creepage distances and clearances .....	173
APPENDIX G — Earth leakage current for equipment to be connected to IT power systems .....	181
APPENDIX H — Ionizing radiation .....	187

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

SÉCURITÉ DES MATÉRIELS DE TRAITEMENT DE L'INFORMATION

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.

PRÉFACE

La présente norme a été établie par le Comité d'Etudes n° 74 de la CEI: Sécurité des matériels de traitement de l'information et des machines de bureau.

Un projet fut discuté lors de la réunion tenue à Paris en 1978. A la suite de cette réunion, un projet, document 74(Bureau Central)14, fut soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois en mars 1979.

Des modifications, document 74(Bureau Central)17, furent soumises à l'approbation des Comités nationaux selon la Procédure des Deux Mois en juillet 1980.

D'autres projets furent discutés lors de la réunion tenue à Baden-Baden en 1980. A la suite de cette réunion, des projets, documents 74(Bureau Central)21, 22, 23, 24, 25 et 26, furent soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois en avril 1981.

Les Comités nationaux des pays suivants se sont prononcés explicitement en faveur de la publication:

Pays	74(BC)	14	17	21	22	23	24	25	26
Afrique du Sud (République d')		+	+	+	+	+	+	+	+
Allemagne		+	+	+	+	+	+	+	+
Australie			+	+	+	+	+	+	+
Belgique		+	+	+	+	+	+	+	+
Canada			+	+		+	+	+	+
Corée (République démocratique populaire de)				+	+	+	+	+	+
Egypte		+	+	+	+	+	+	+	+
Etats-Unis d'Amérique		+	+	+		+	+	+	+
France		+	+	+	+	+	+	+	+
Hongrie		+							
Irlande		+		+	+	+	+	+	+
Israël		+	+	+	+	+	+	+	+
Italie		+	+	+	+		+	+	+
Japon		+	+	+	+	+	+	+	+
Nouvelle-Zélande			+	+	+	+	+	+	+
Pologne		+		+	+	+	+	+	+
République Démocratique Allemande				+	+	+	+	+	+
Roumanie		+							
Royaume-Uni			*	+	+	+		+	+

## INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

## SAFETY OF DATA PROCESSING EQUIPMENT

## 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.

## PREFACE

This standard has been prepared by IEC Technical Committee No. 74: Safety of Data Processing Equipment and Office Machines.

A draft was discussed at the meeting held in Paris in 1978. As a result of this meeting a draft, Document 74(Central Office)14, was submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in March 1979.

Amendments, Document 74(Central Office)17, were submitted to the National Committees for approval under the Two Months' Procedure in July 1980.

Further drafts were discussed at the meeting held in Baden Baden in 1980. As a result of this meeting, drafts, Documents 74(Central Office)21, 22, 23, 24, 25 and 26, were submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in April 1981.

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

Countries	74(CO)	14	17	21	22	23	24	25	26
Australia			+	+	+	+	+	+	+
Belgium		+	+	+	+	+	+	+	+
Canada			+	+		+	+	+	+
Czechoslovakia			+	+	+	+	+	+	+
Egypt		+	+	+	+	+	+	+	+
France		+	+	+	+	+	+	+	+
German Democratic Republic				+	+	+	+	+	+
Germany		+	+	+	+	+	+	+	+
Hungary		+							
Ireland		+		+	+	+	+	+	+
Israel		+	+	+	+	+	+	+	+
Italy		+	+	+	+		+	+	+
Japan		+	+	+	+	+	+	+	+
Korea (People's Democratic Republic of)				+	+	+	+	+	+
New Zealand			+	+	+	+	+	+	+
Poland		+		+	+	+	+	+	+
Romania		+							
South Africa (Republic of)		+	+	+	+	+	+	+	+
Sweden		+	+	+	+	+		+	+

Pays	74(BC)	14	17	21	22	23	24	25	26
Suède .....		+	+	+	+	+		+	+
Suisse .....		+	+	+	+	+	+	+	+
Tchécoslovaquie .....			+	+	+	+	+	+	+
Turquie .....		+	+						

\* Le Comité national britannique confirme son vote négatif sur le document Six Mois.

La présente norme prend en considération les dimensions, la complexité technique et la valeur des matériels de traitement de l'information et, tout en incorporant les prescriptions correspondantes de la première édition de la Publication 435 et de la Modification n° 1, il vise principalement à permettre aux concepteurs la mise en œuvre des règles de sécurité à un stade initial de la conception et leur incorporation dans les matériels. Pour cette raison, il est apparu désirable d'avoir une nouvelle forme et on a également profité de l'occasion pour éliminer toutes les prescriptions qui ne s'appliquaient pas entièrement aux matériels de traitement de l'information.

Dans la présente norme, les caractères d'imprimerie suivants sont employés :

- Prescriptions proprement dites: caractères romains.
- Modalités d'essais: caractères italiques.
- Commentaires: petits caractères romains.

Autres publications CEI citées dans la présente norme:

- Publications nos 65: Règles de sécurité pour les appareils électroniques et appareils associés à usage domestique ou à usage général analogue, reliés à un réseau.
- 85: Recommandations relatives à la classification des matières destinées à l'isolement des machines et appareils électriques en fonction de leur stabilité thermique en service.
- 112: Méthode pour déterminer les indices de résistance et de tenue au cheminement des matériaux isolants solides dans les conditions humides.
- 227: Conducteurs et câbles isolés au polychlorure de vinyle, de tension nominale au plus égale à 450/750 V.
- 245: Conducteurs et câbles isolés au caoutchouc, de tension nominale au plus égale à 450/750 V.
- 252: Condensateurs des moteurs à courant alternatif.
- 309: Prises de courant pour usages industriels.
- 320: Connecteurs pour usages domestiques et usages généraux analogues.
- 364: Installations électriques des bâtiments.
- 417: Symboles graphiques utilisables sur le matériel. Index, relevé et compilation des feuilles individuelles.
- 664: Coordination de l'isolement dans les systèmes (réseaux) à basse tension y compris les distances d'isolement dans l'air et les lignes de fuite des matériels.
- 664A: Premier complément.

Autres publications citées dans la présente norme:

- ISO-R 306: Matières plastiques — Détermination de la température de ramollissement Vicat des thermoplastiques.
- CEE 24: Spécifications pour les interrupteurs et commutateurs pour appareils.
- ASTM E-162: Essai de résistance au feu pour des matériaux utilisant des panneaux radiants.

Countries	74(CO)	14	17	21	22	23	24	25	26
Switzerland . . . . .		+	+	+	+	+	+	+	+
Turkey . . . . .		+	+						
United Kingdom . . . . .			*	+	+	+		+	+
United States of America . . . . .		+	+	+		+	+	+	+

\* United Kingdom National Committee confirms its negative vote on the Six Months' Rule document.

This standard takes into consideration the physical size, technical complexity and value of data processing equipment and, whilst incorporating the relevant requirements of the first edition of Publication 435 and Amendment No. 1, is aimed primarily at enabling designers to realize safety requirements at an early design stage and build them into the equipment. For this reason, a new format seemed desirable, and the opportunity has also been taken to eliminate all requirements which do not fully relate to data processing equipment as derived herein.

*In this standard, the following print types are used:*

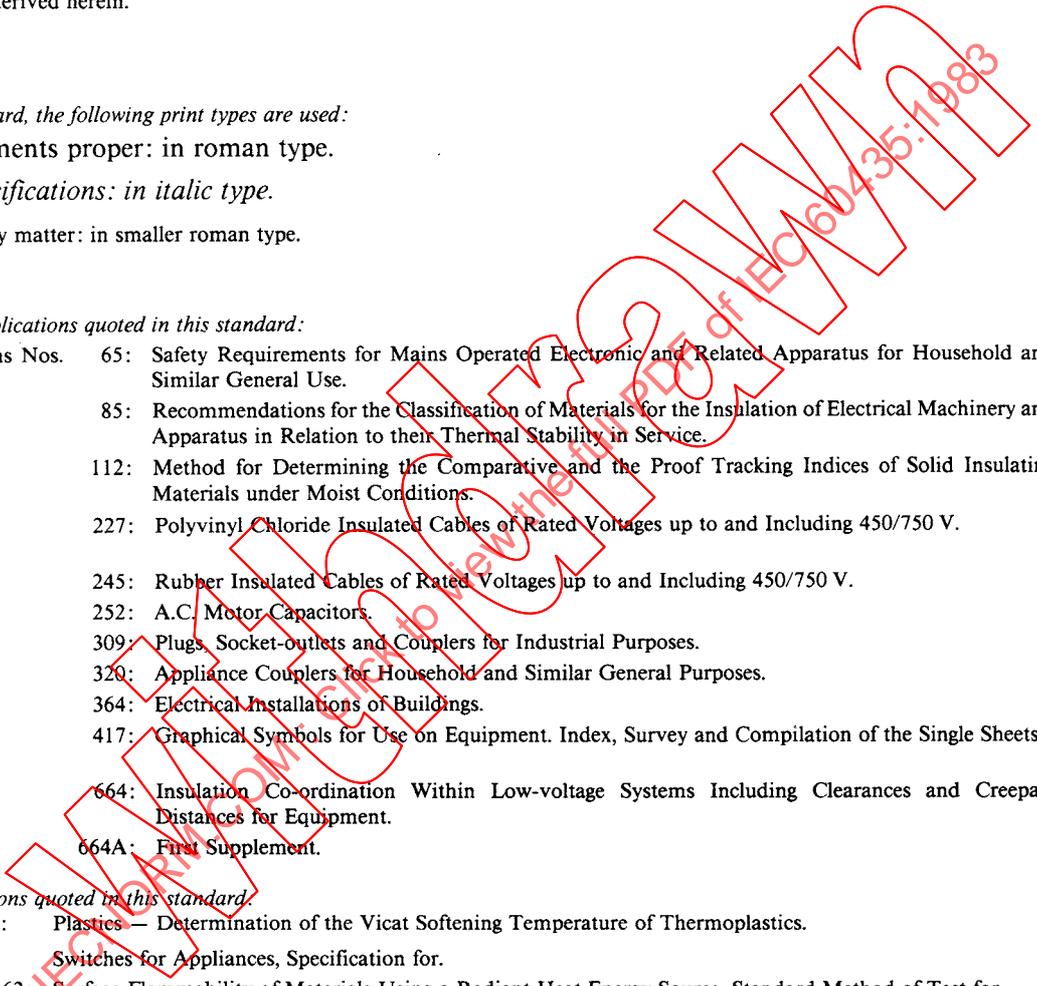
- Requirements proper: in roman type.
- Test specifications: in italic type.
- Explanatory matter: in smaller roman type.

*Other IEC publications quoted in this standard:*

- Publications Nos. 65: Safety Requirements for Mains Operated Electronic and Related Apparatus for Household and Similar General Use.
- 85: Recommendations for the Classification of Materials for the Insulation of Electrical Machinery and Apparatus in Relation to their Thermal Stability in Service.
- 112: Method for Determining the Comparative and the Proof Tracking Indices of Solid Insulating Materials under Moist Conditions.
- 227: Polyvinyl Chloride Insulated Cables of Rated Voltages up to and Including 450/750 V.
- 245: Rubber Insulated Cables of Rated Voltages up to and Including 450/750 V.
- 252: A.C. Motor Capacitors.
- 309: Plugs, Socket-outlets and Couplers for Industrial Purposes.
- 320: Appliance Couplers for Household and Similar General Purposes.
- 364: Electrical Installations of Buildings.
- 417: Graphical Symbols for Use on Equipment. Index, Survey and Compilation of the Single Sheets.
- 664: Insulation Co-ordination Within Low-voltage Systems Including Clearances and Creepage Distances for Equipment.
- 664A: First Supplement.

*Other publications quoted in this standard:*

- ISO-R 306: Plastics — Determination of the Vicat Softening Temperature of Thermoplastics.
- CEE 24: Switches for Appliances, Specification for.
- ASTM E-162: Surface Flammability of Materials Using a Radiant Heat Energy Source, Standard Method of Test for.



## INTRODUCTION

### PRINCIPES DE SÉCURITÉ APPLIQUÉS AUX MATÉRIELS DE TRAITEMENT DE L'INFORMATION

Les concepteurs doivent comprendre les principes directeurs des prescriptions de sécurité, de façon à pouvoir réaliser un équipement sûr.

Les notes suivantes ne constituent pas des variantes des prescriptions détaillées de la présente norme, mais ont pour but de fournir aux concepteurs une appréciation des principes sur lesquels ces prescriptions sont fondées.

#### *Dangers*

La présente norme a pour but de prévenir les accidents ou dommages dus aux dangers suivants:

- Choc électrique.
- Incendie.
- Dangers de transfert d'énergie.
- Dangers mécaniques et thermiques.
- Dangers de radiation.
- Dangers chimiques.

Un choc électrique est dû au passage d'un courant à travers le corps. Des courants de l'ordre de un milliampère peuvent provoquer une réaction chez des sujets en bonne santé et peuvent provoquer un danger indirect dû à une réaction involontaire. Des courants plus importants peuvent avoir des effets plus nocifs. Des tensions jusqu'à environ 40 V valeur de crête ou tension continue ne sont pas en général considérées comme dangereuses en condition sèche, mais les parties qui doivent être touchées ou manipulées doivent être au potentiel du sol ou être convenablement isolées.

Deux types de personnes sont normalement concernés par les matériels de traitement de l'information, l'opérateur et le personnel assurant l'entretien.

«Opérateur» est le terme appliqué à tout technicien autre que le personnel assurant l'entretien et les prescriptions pour sa protection supposent qu'il ou qu'elle ne pense pas aux dangers électriques mais n'a pas de tendance au suicide. En conséquence, les prescriptions assurent la protection des agents chargés du nettoyage et des visiteurs occasionnels aussi bien que des opérateurs proprement dits.

Il est supposé que le personnel assurant l'entretien sera raisonnablement prudent dans son comportement vis-à-vis des dangers évidents, mais la conception doit le protéger contre un incident par l'utilisation d'écrans de protection pour les bornes à tension dangereuse, par une séparation des très basses tensions de sécurité et des tensions dangereuses et, si approprié, par l'utilisation d'avertissement sous forme d'étiquette, etc. Plus important, le personnel assurant l'entretien doit être protégé contre les dangers imprévus.

Il est normal de fournir deux niveaux de protection pour l'opérateur afin de prévenir un choc électrique survenant à la suite de défauts. Ainsi un défaut unique et les défauts éventuels qui en résultent ne doivent pas créer un danger. Toutefois, des mesures de protection supplémentaires, telle qu'une protection par mise à la terre ou une isolation supplémentaire, ne sont pas considérées comme remplaçant une isolation principale correctement conçue, ou l'en dispensant.

Le matériel mobile est considéré comme présentant un risque de choc légèrement plus élevé en raison d'une contrainte supplémentaire possible sur le câble d'alimentation, pouvant conduire à la rupture du conducteur de terre et au danger de courant de fuite en résultant. Avec le matériel portatif, ce risque est augmenté, une usure du câble est plus probable et des dangers ultérieurs peuvent survenir en cas de chute du matériel.

#### *Choc électrique: Causes et prévention*

##### *Cause:*

Contact avec des pièces normalement sous tensions dangereuses.

Défaillance de l'isolation entre des parties normalement sous tension dangereuse et des parties conductrices accessibles.

Défaillance de l'isolation entre des parties normalement sous tensions dangereuses et des circuits très basse tension de sécurité, portant de ce fait, des parties accessibles à une tension dangereuse.

##### *Prévention:*

Empêcher l'accès de l'opérateur aux parties portées à une tension dangereuse (ou à des niveaux d'énergie dangereux) par des couvercles fixés ou verrouillés, etc. Décharger les condensateurs à tensions dangereuses.

Soit relier à la terre les parties conductrices accessibles de façon que la tension pouvant apparaître reste limitée à une valeur de sécurité et que la protection de surintensité du circuit déconnecte les défauts à basse impédance; soit utiliser une double isolation ou une isolation renforcée entre les parties normalement sous tension dangereuse et les parties conductrices accessibles, de façon qu'une défaillance vers des parties accessibles ne puisse se produire.

Séparer les circuits à tension dangereuse des circuits très basse tension de sécurité. Séparer par des écrans métalliques mis à la terre ou par une double isolation ou une isolation renforcée. Mettre à la terre les circuits très basse tension de sécurité, s'ils peuvent éventuellement transporter des courants de défaut.

## INTRODUCTION

### PRINCIPLES OF SAFETY AS APPLIED TO DATA PROCESSING EQUIPMENT

Designers must understand the underlying principles of safety requirements in order that they can engineer safe equipment.

The following notes are not an alternative to the detailed requirements of this standard, but are intended to provide designers with an appreciation of the principles on which these requirements are based.

#### Hazards

This standard is intended to prevent injury or damage due to the following hazards:

- Electric shock.
- Fire.
- Energy hazards.
- Mechanical and thermal hazards.
- Radiation hazards.
- Chemical hazards.

*Electric shock* is due to current passing through the body. Currents of the order of a milliampere can cause a reaction in persons in good health and may cause indirect danger due to involuntary reaction. Higher currents can have more damaging effects. Voltages up to about 40 V peak or d.c. are not generally regarded as dangerous under dry conditions, but parts which have to be touched or handled should be at earth potential or properly insulated.

There are two types of persons who are normally concerned with data processing equipment, the operator and service personnel.

“Operator” is the term applied to all staff other than service personnel and requirements for his/her protection assume that he/she is oblivious to electrical hazards, but does not have suicidal tendencies. Consequently, the requirements provide protection for cleaners and casual visitors as well as the assigned operators.

It is assumed that service personnel will be reasonably careful in dealing with obvious hazards, but the design should protect him against mishap by use of shields for hazardous voltage terminals, segregation of safety extra-low and hazardous voltages, and, where appropriate, warning labels, etc. More important, service personnel must be protected against unexpected hazards.

It is normal to provide two levels of protection for the operator to prevent electric shock arising due to faults. Thus a single fault and its resulting faults, if any, will not create a hazard. However, provision of additional protective measures, such as protective earthing or supplementary insulation, is not considered a substitute for, or a relief from, properly designed basic insulation.

Movable equipment is considered to present a slightly increased risk of shock due to possible extra strain on the power supply cord, leading to rupture of the earth conductor and a consequent leakage current hazard. With hand-held equipment this risk is increased, wear on the cord is more likely, and further hazards could arise if the unit were dropped.

#### *Electric shock: causes and prevention*

##### *Cause:*

Contact with parts normally at hazardous voltages.

Breakdown of insulation between parts normally at hazardous voltage and accessible conductive parts.

Breakdown of insulation between parts normally at hazardous voltages and SELV circuits, thereby putting accessible parts at hazardous voltage.

##### *Prevention:*

Prevent operator access to parts at hazardous voltage (or energy levels) by fixed or locked covers, interlocks, etc. Discharge capacitors at hazardous voltages.

Either connect the accessible conductive parts to earth so that the voltage which can develop is limited to a safe value and the circuit overcurrent protection will disconnect low impedance faults; or use double or reinforced insulation between parts normally at hazardous voltage and accessible conductive parts, so that breakdown to accessible parts is not likely to occur.

Segregate hazardous and safety extra-low voltage circuits. Separate by earthed metal screens or double or reinforced insulation. Earth safety extra-low voltage circuits if capable of carrying possible fault currents.

Défaillance de l'isolation protégeant les parties sous tension dangereuse.

L'isolation des parties sous tension dangereuse qui sont accessibles à l'opérateur devrait présenter des résistances mécanique et électrique suffisantes pour éliminer ce danger.

Courant de fuite entre des parties sous tension dangereuse et la masse du matériel de la classe II. Défaut de la connexion de terre de protection évacuant le courant de fuite. (Le courant de fuite comprend le courant dû aux filtres d'antiparasitage connectés entre parties sous tension dangereuse et châssis).

Limiter le courant de fuite vers la masse à une valeur de sécurité, ou prévoir une connexion de terre de protection à haute intégrité.

#### *Danger de transfert d'énergie*

Un court-circuit entre des pôles de sources d'énergie à courant élevé ou de circuits à haute capacité peut causer des brûlures ou des jets d'étincelles. Même les circuits à basse tension peuvent être dangereux à ce point de vue. Protéger par la séparation, des écrans ou l'utilisation de verrouillages de sécurité.

#### *Incendie*

Les températures susceptibles de provoquer un danger d'incendie peuvent résulter de surcharges, de défaillances d'éléments constitutifs, d'une rupture de l'isolation, d'une résistance élevée ou de connexions desserrées.

Toutefois, un incendie prenant naissance dans un ensemble ne doit pas s'étendre au-delà du voisinage immédiat de la source d'incendie ni provoquer des dommages à l'entourage de l'ensemble.

*Note.* — Ces objectifs de conception peuvent être obtenus en :

- a) prenant toutes les mesures raisonnables pour éviter une température élevée susceptible de provoquer l'inflammation;
- b) contrôlant la position des matériaux combustibles par rapport aux sources possibles d'inflammation;
- c) limitant la quantité de matériaux combustibles utilisés;
- d) veillant que les matériaux combustibles soient, dans leurs conditions d'utilisation, aussi peu inflammables que possible;
- e) utilisant, s'il le faut, une enveloppe ou des barrières pour limiter la propagation du feu à l'intérieur du matériel;
- f) utilisant des matériaux appropriés pour l'enveloppe externe du matériel.

#### *Dangers mécaniques et thermiques*

Des prescriptions sont incluses pour éviter les blessures dues aux températures élevées des parties accessibles à l'opérateur, pour s'assurer que le matériel est mécaniquement stable et structurellement solide, pour éviter la présence de bords tranchants et pointus et pour donner une protection appropriée aux parties mobiles dangereuses.

#### *Dangers de rayonnements*

Les rayonnements émis par certains matériels peuvent comprendre des fréquences acoustique, infrarouge, radio, des lumières de haute intensité visibles et cohérentes, des ultraviolets, des radiations ionisantes, etc.

Des prescriptions doivent maintenir l'exposition de l'opérateur et du personnel assurant l'entretien à des niveaux acceptables.

#### *Dangers chimiques*

Des blessures et des dégâts éventuels peuvent résulter d'un contact avec des vapeurs et fumées dangereuses. Des dispositifs de commandes comprenant des étiquettes d'avertissements appropriées sont exigées afin de limiter autant que possible de tels contacts dans les conditions normales et anormales.

#### *Matériaux*

Les matériaux utilisés dans la construction des matériels de traitement de l'information devraient être choisis et disposés de façon qu'on puisse espérer qu'ils assureront leur fonction de manière sûre sans risque de danger d'énergie ou de choc électrique, et qu'ils ne contribueront pas de façon significative à la propagation d'un risque d'incendie sérieux.

Breakdown of insulation guarding parts at hazardous voltage.

Insulation for hazardous voltage parts which are accessible to the operator should have adequate mechanical and electrical strength to eliminate this danger.

Leakage current from parts at hazardous voltage to body of Class II equipment. Failure of protective earth connection carrying leakage current. (Leakage current includes current due to RFI filter components connected between parts at hazardous voltage and frame.)

Limit leakage current to body to a safe value, or provide high-integrity protective earth connection.

#### *Energy hazards*

Shorting between adjacent poles of high current supplies or high capacitance circuits may cause burns or splashing. Even low voltage circuits may be dangerous in this respect. Protect by separation, by shielding or by using safety interlocks.

#### *Fire*

Temperatures which could cause a fire exposure may result from overloads, component failure, insulation breakdown, high resistance or loose connections.

However, fires originating within a unit should not spread beyond the immediate vicinity of the source of the fire nor cause damage to the surroundings of the unit.

*Note.* — These design objectives should be met by:

- a) taking all reasonable steps to avoid high temperature which might cause ignition
- b) controlling the position of combustible materials in relation to possible ignition sources;
- c) limiting the quantity of combustible materials used;
- d) ensuring that such combustible materials as are used have as low flammability as practicable;
- e) using enclosure or barriers if necessary to limit the spread of fire within the equipment;
- f) using suitable materials for the ultimate enclosures of the equipment.

#### *Mechanical and thermal hazards*

Requirements are included to prevent injury due to high temperature of parts accessible to the operator, to ensure that the equipment is mechanically stable and structurally sound, to avoid the presence of sharp edges and points and to provide adequate guarding of dangerous moving parts.

#### *Radiation hazards*

Radiation from some equipment can include sonic, infra-red, radio frequency, high intensity visible and coherent lights, ultra-violet, ionizing radiation, etc.

Requirements must keep operator and service personnel exposures to acceptable levels.

#### *Chemical hazards*

Potential injury and damage can result from contact with hazardous vapours and fumes. Controls including appropriate warning labels are required to limit such contact, as far as is practicable, under normal and abnormal conditions.

#### *Materials*

Materials used in the construction of data processing equipment should be selected and arranged such that they can be expected to perform in a reliable manner without risk of energy hazard or electric shock, and so that they would not contribute significantly to the development of a serious fire hazard.

# SÉCURITÉ DES MATÉRIELS DE TRAITEMENT DE L'INFORMATION

---

## 1. Généralités

### 1.1 *Domaine d'application*

- 1.1.1 La présente norme est applicable au matériel de traitement de l'information et aux unités électroniques associées, matériel de préparation des données et matériel terminal de communication des données, qui sont destinés à être reliés à des systèmes d'alimentation d'une tension nominale maximale égale à 600 V et qui sont conçus pour être mis en fonctionnement continu dans les conditions d'usage normal.

La présente norme spécifie les prescriptions prévues pour assurer la sécurité de l'opérateur et du personnel non spécialisé qui peut entrer en contact avec le matériel et, lorsque cela est indiqué avec précision, du personnel assurant l'entretien.

Le but de la présente norme est d'assurer la sécurité du matériel installé, que ce matériel installé consiste en un système d'unités interconnectées ou d'unités indépendantes, sous réserve que le matériel soit installé et entretenu de la manière prescrite par le constructeur du matériel.

La présente norme est applicable au matériel destiné à fonctionner dans les conditions ambiantes normales des bureaux ou dans des salles spéciales pour traitement de l'information.

En cas de doute sur l'utilisation finale du matériel, le constructeur doit indiquer clairement dans la notice d'instructions ou dans une déclaration séparée fournie par lui que le matériel est destiné au traitement de l'information.

La présente norme ne s'applique pas:

- au matériel destiné à fonctionner sous exposition à des valeurs extrêmes de température, à de trop fortes densités de poussières, d'humidité, de vibrations, à des gaz inflammables, etc.;
- au matériel annexe tel que conditionnement d'air, systèmes de détection ou d'extinction d'incendie, systèmes d'alimentation en énergie, par exemple, groupes convertisseurs et transformateurs externes à l'ordinateur, ou câblage du bâtiment;
- au matériel d'interface pour la connexion aux réseaux de télécommunication par exemple, les modems (modulateur-démodulateur), ni au matériel de ligne de télécommunication, à moins qu'ils ne constituent une partie intégrante du matériel de traitement de l'information.

Il convient de noter que les administrations de certains pays imposent des règles supplémentaires concernant la sécurité du matériel relié à leur réseaux. Il s'agit de la protection de ces réseaux contre les défauts du matériel de traitement de l'information.

- 1.1.2 Lorsque le matériel implique des situations de sécurité qui ne sont pas couvertes avec précision, sa conception doit procurer un niveau de sécurité au moins égal à celui généralement garanti par la présente norme.

La nécessité de prescriptions supplémentaires détaillées pour faire face à une situation nouvelle doit être portée rapidement à l'attention du comité compétent.

Des prescriptions pour la protection de l'ingénieur responsable de l'entretien sont à l'étude.

### 1.2 *Définitions*

Au sens de la présente publication, les définitions suivantes sont applicables. Lorsque les termes «tension» et «courant» sont utilisés, il s'agit des valeurs efficaces, sauf spécification contraire.

- 1.2.1 *Tension nominale*: Tension d'alimentation primaire (pour l'alimentation triphasée, tension entre phases) déclarée par le constructeur.

## SAFETY OF DATA PROCESSING EQUIPMENT

---

### 1. General

#### 1.1 Scope

1.1.1 This standard applies to data processing equipment and associated electronic units, data preparation equipment, and data terminal equipment intended to be connected to supply systems with a maximum nominal voltage of 600 V and designed to be operated continuously under conditions of normal use.

This standard specifies requirements intended to ensure safety for the operator and layman who may come into contact with the equipment and, where specifically stated, service personnel.

This standard is intended to ensure the safety of installed equipment, whether such installed equipment consists of a system of interconnected units or independent units, subject to installing and maintaining the equipment in the manner prescribed by the equipment manufacturer.

This standard applies to equipment intended for operation in normal office environment or special data processing rooms.

Where there is doubt about the end use of the equipment, the manufacturer shall clearly state in the instructions or in a separate declaration that the equipment is intended for data processing use.

This standard does not apply to:

- equipment intended for operation whilst exposed to extremes of temperature, excessive dust, dampness, vibration, flammable gases, etc.;
- support equipment such as air-conditioning, fire detection or fire extinguishing systems, power supply systems such as motor generator sets and transformers external to the computer, or building wiring;
- interface equipment for connection to telecommunication networks, for example modems (modulator-demodulator), nor the telecommunication line equipment except where such equipment is an integral part of the data processing equipment.

Attention is drawn to the fact that the telecommunications authorities of some countries impose additional requirements relating to the safety of equipment connected to their networks. These concern the protection of those networks against faults in the data processing equipment.

1.1.2 Where the equipment involves safety situations not specifically covered, the design shall provide a level of safety not less than that generally afforded by this standard.

The need for additional detailed requirements to cope with a new situation should be brought promptly to the attention of the appropriate committee.

Requirements for the protection of the service engineer are under consideration.

#### 1.2 Definitions

For the purposes of this publication, the following definitions apply. Where the terms "voltage" and "current" are used, they imply the r.m.s. values, unless otherwise specified.

1.2.1 *Rated voltage*: The primary power voltage (for three-phase supply, the phase-to-phase voltage) as declared by the manufacturer.

- 1.2.2 *Plage nominale de tensions*: Plage de tensions d'alimentation primaire déclarée par le constructeur, exprimée par ses valeurs inférieure et supérieure, tolérances exclues.
- 1.2.3 *Tension de service*: Tension à laquelle est soumise la partie considérée lorsque le matériel est mis en fonctionnement sous sa tension nominale dans les conditions d'utilisation normale.
- 1.2.4 *Courant nominal*: courant absorbé par le matériel, déclaré par le constructeur.
- 1.2.5 *Fréquence nominale*: Fréquence d'alimentation primaire déclarée par le constructeur.
- 1.2.6 *Plage nominale de fréquences*: Plage de fréquences d'alimentation primaire déclarée par le constructeur, exprimée par ses valeurs inférieure et supérieure, tolérances exclues.
- 1.2.7 *Câble souple d'alimentation non fixé à demeure*: Câble souple d'alimentation destiné à être relié au matériel par un connecteur approprié.
- 1.2.8 *Câble souple d'alimentation fixé à demeure*: Câble souple d'alimentation fixé ou monté sur l'appareil.
- 1.2.9 *Isolation fonctionnelle*: Isolation appliquée entre parties actives à des potentiels différents et qui est nécessaire au fonctionnement correct du matériel.
- 1.2.10 *Isolation principale*: Isolation appliquée entre parties sous tension pour assurer la protection principale contre les chocs électriques.
- 1.2.11 *Isolation supplémentaire*: Isolation indépendante appliquée en plus de l'isolation principale afin d'assurer la protection contre les chocs électriques en cas de défaut survenant dans l'isolation principale.
- 1.2.12 *Double isolation*: Isolation comprenant à la fois une isolation principale et une isolation supplémentaire.
- 1.2.13 *Isolation renforcée*: Système d'isolation unique appliqué aux parties sous tension qui procure dans les conditions spécifiées dans la présente norme, un degré de protection contre les chocs électriques équivalent à une double isolation.
- Le terme « système d'isolation » n'implique pas que l'isolation doit être homogène. Il peut comprendre plusieurs couches qui ne peuvent pas être essayées séparément comme une isolation supplémentaire ou une isolation principale.
- 1.2.14 *Matériel de la classe I*: Matériel dans lequel la protection contre les chocs électriques ne repose pas uniquement sur l'isolation principale, mais qui comprend une précaution supplémentaire de sécurité sous forme de raccordement des parties conductrices accessibles au conducteur de terre de protection dans le câblage fixe de l'installation de façon que ces parties conductrices accessibles ne puissent devenir dangereuses en cas de défaillance de l'isolation principale.
- Le matériel de la classe I peut avoir des parties à double isolation ou isolation renforcée, ou des parties fonctionnant sous très basse tension de sécurité. Pour le matériel destiné à être utilisé avec un câble souple, ces moyens comprennent un conducteur de protection de terre faisant partie du câble souple.
- 1.2.15 *Matériel de la classe II*: Matériel dans lequel la protection contre les chocs électriques ne repose pas uniquement sur l'isolation principale, mais dans lequel des précautions supplémentaires de sécurité ont été prises, telle qu'une double isolation ou une isolation renforcée. Ces mesures ne comprennent pas de dispositions pour la mise à la terre de protection et ne dépendent pas des conditions d'installation.

Un tel matériel peut être de l'un des types suivants:

- i) un matériel ayant une enveloppe durable et pratiquement continue dans une matière isolante enfermant toutes les parties conductrices, à l'exception des petites pièces, telles que plaques signalétiques, vis et rivets, qui sont isolées des parties sous tension dangereuse par une isolation au moins équivalente à une isolation renforcée; un tel matériel est appelé matériel de la classe II à isolation enveloppante;
- ii) un matériel ayant une enveloppe métallique pratiquement continue, dans laquelle la double isolation est utilisée partout à l'exception des parties où une isolation renforcée est utilisée; un tel matériel est appelé matériel de la classe II à enveloppe métallique;

- 1.2.2 *Rated voltage range*: The primary power voltage range as declared by the manufacturer, expressed by its lower and upper values excluding tolerances.
- 1.2.3 *Working voltage*: The voltage to which the part under consideration is subjected when the equipment is operating at its rated voltage under conditions of normal use.
- 1.2.4 *Rated current*: The input current of the equipment as declared by the manufacturer.
- 1.2.5 *Rated frequency*: The primary power frequency as declared by the manufacturer.
- 1.2.6 *Rated frequency range*: The primary power frequency range as declared by the manufacturer, expressed by its lower and upper values excluding tolerances.
- 1.2.7 *Detachable power supply cord*: A flexible cord, for supply purposes, intended to be connected to the equipment by means of a suitable appliance coupler.
- 1.2.8 *Non-detachable power supply cord*: A flexible cord, for supply purposes, fixed to or assembled with the equipment.
- 1.2.9 *Operational insulation*: Insulation applied between live parts of different potential and which is necessary for the correct operation of the equipment.
- 1.2.10 *Basic insulation*: The insulation applied to live parts to provide basic protection against electric shock.
- 1.2.11 *Supplementary insulation*: An independent insulation applied in addition to basic insulation in order to ensure protection against electric shock in the event of a failure of the basic insulation.
- 1.2.12 *Double insulation*: Insulation comprising both basic insulation and supplementary insulation.
- 1.2.13 *Reinforced insulation*: A single insulation system applied to live parts which provides a degree of protection against electric shock equivalent to double insulation under the conditions specified in this standard.
- The term "insulation system" does not imply that the insulation must be in one homogeneous piece. It may comprise several layers which cannot be tested singly as supplementary or basic insulation.
- 1.2.14 *Class I equipment*: Equipment in which protection against electric shock does not rely on basic insulation only, but which includes an additional safety precaution in that accessible conductive parts are connected to the protective earthing conductor in the fixed wiring of the installation in such a way that they cannot become live in the event of a failure of the basic insulation.

Class I equipment may have parts with double insulation or reinforced insulation, or parts operating at safety extra-low voltage. For equipment intended for use with a flexible cord, this provision includes a protective earthing conductor as part of the flexible cord.

- 1.2.15 *Class II equipment*: Equipment in which protection against electric shock does not rely on basic insulation only, but in which additional safety precautions, such as double insulation or reinforced insulation, are provided, there being no provision for protective earthing or reliance upon installation conditions.

Such equipment may be of one of the following types:

- i) equipment having a durable and substantially continuous enclosure of insulating material which envelops all conductive parts, with the exception of small parts, such as nameplates, screws and rivets, which are isolated from parts at hazardous voltage by insulation at least equivalent to reinforced insulation; such equipment is called insulation-encased Class II equipment;
- ii) equipment having a substantially continuous metal enclosure, in which double insulation is used throughout, except for those parts where reinforced insulation is used; such equipment is called metal-encased Class II equipment;

iii) un matériel qui est une combinaison des types i) et ii).

- 1) L'enveloppe d'un matériel de la classe II à isolation enveloppante peut former tout ou partie de l'isolation supplémentaire ou de l'isolation renforcée.
- 2) Si un matériel ayant en toutes ses parties une double isolation et/ou une isolation renforcée comporte une borne de terre ou un contact de terre, il est considéré comme étant de la classe I.
- 3) Un matériel de la classe II peut avoir des parties alimentées en très basse tension de sécurité.

1.2.16 *Circuit sous très basse tension de sécurité (TBTS)*: Circuit conçu et protégé de telle manière que dans des conditions normales et dans des conditions de défaut unique la tension entre deux parties quelconques du circuit accessibles à l'opérateur, l'une d'elles pouvant être la masse ou la terre, ne soit pas supérieure à une valeur sûre.

Dans des conditions normales, la limite est de 42,4 V, valeur de crête ou tension continue.

Dans des conditions de défaut, des limites plus élevées sont spécifiées dans la présente norme pour les écarts transitoires.

Cette définition du circuit TBTS diffère du terme TBTS tel qu'il est utilisé dans la Publication 364 de la CEI: Installations électriques des bâtiments.

1.2.17 *Transformateur de sécurité pour utilisation dans le matériel de traitement de l'information*: Transformateur dont les enroulements alimentant des circuits TBTS sont isolés des autres enroulements de telle façon qu'un claquage d'isolement ou bien est improbable, ou bien ne provoque pas une condition dangereuse dans les enroulements TBTS.

1.2.18 *Matériel mobile*: Matériel qui est:

- soit de masse inférieure à 18 kg et non installé à poste fixe;
- soit équipé de roues, roulettes ou autres moyens qui en facilitent le déplacement par l'opérateur lorsque cela est nécessaire pour assurer sa fonction.

1.2.19 *Matériel portatif (à main)*: Matériel mobile prévu pour être tenu à la main en usage normal.

1.2.20 *Matériel fixe*: Matériel installé à poste fixe ou bien matériel qui ne peut être déplacé d'un point à un autre que par du personnel technique compétent.

1.2.21 *Matériel installé à poste fixe*: Matériel scellé ou fixé d'une autre manière à un endroit précis.

1.2.22 *Thermostat*: Dispositif sensible à la température, dont la température de fonctionnement peut être soit fixée, soit réglable et qui, en usage normal, maintient la température du matériel, ou de parties de celui-ci, entre certaines limites par l'ouverture et la fermeture automatique d'un circuit.

1.2.23 *Outil*: Tournevis ou tout autre objet quelconque qui peut être utilisé pour manœuvrer une vis, un loquet ou des moyens de fixation similaires.

1.2.24 *Masse*: La masse comprend toutes les parties métalliques accessibles, les manches des poignées, les boutons les manettes et organes analogues et une feuille métallique en contact avec toutes les surfaces accessibles en matière isolante; elle n'inclut pas les parties métalliques non accessibles.

1.2.25 *Distance dans l'air*: Plus petite distance entre deux parties conductrices ou entre une partie conductrice et la surface frontière du matériel, mesurée dans l'air.

La surface frontière est la surface externe de l'enveloppe considérée comme si une feuille de métal était appliquée sur les surfaces accessibles en matière isolante.

1.2.26 *Ligne de fuite*: Plus petite distance entre deux parties conductrices, ou entre une partie conductrice et la surface frontière du matériel, mesurée le long de la surface de l'isolant.

1.2.27 *Circuit secondaire*: Circuit qui n'est pas relié directement à une alimentation primaire et qui est alimenté par l'intermédiaire d'un transformateur, d'un convertisseur ou d'un dispositif d'isolement comparable situé dans le matériel.

Certains dispositifs électroniques à semi-conducteurs peuvent donner un isolement comparable.

iii) equipment which is a combination of types i) and ii).

- 1) The enclosure of an insulation-encased Class II equipment may form a part or the whole of the supplementary insulation or of reinforced insulation.
- 2) If equipment with double insulation and/or reinforced insulation throughout has a protective earthing terminal or contact, it is deemed to be of Class I construction.
- 3) Class II equipment may have parts operating at safety extra-low voltage.

1.2.16 *Safety extra-low voltage (SELV) circuit*: A circuit which is so designed and protected that under normal and single fault conditions the voltage between any two operator-accessible circuit parts, one of which may be the body or earth, does not exceed a safe value.

Under normal conditions, the limit is 42.4 V peak or d.c.

Under fault conditions, higher limits are specified in this standard for transient deviations.

This definition of SELV circuit differs from the term SELV as used in IEC Publication 364: Electrical Installations of Buildings.

1.2.17 *Safety isolating transformer for use in data processing equipment*: A transformer in which windings supplying SELV circuits are isolated from other windings such that an insulation breakdown either is unlikely or does not cause a hazardous condition on SELV windings.

1.2.18 *Movable equipment*: Equipment which is either

- under 18 kg in mass and not fixed, or
- equipment with wheels, castors or other means to facilitate its movement by the operator as required to perform its intended use.

1.2.19 *Hand-held equipment*: Movable equipment intended to be held in the hand during normal use.

1.2.20 *Stationary equipment*: Either fixed equipment or equipment which is intended to be moved from one place to another only by authorized technical personnel.

1.2.21 *Fixed equipment*: Equipment which is fastened or otherwise secured at a specific location.

1.2.22 *Thermostat*: A temperature sensing device, the operating temperature of which may be either fixed or adjustable and which in normal use keeps the temperature of the equipment, or parts of it, between certain limits by automatically opening and closing a circuit.

1.2.23 *Tool*: A screwdriver or any other object which may be used to operate a screw, latch or similar fixing means.

1.2.24 *Body*: This includes all accessible metal parts, shafts of handles, knobs, grips and the like and metal foil in contact with all accessible surfaces of insulating material; it does not include non-accessible metal parts.

1.2.25 *Clearance*: The shortest distance between two conductive parts, or between a conductive part and the bounding surface of the equipment, measured through air.

The bounding surface is the outer surface of the enclosure considered as though metal foil were pressed into contact with accessible surfaces of insulating material.

1.2.26 *Creepage distance*: The shortest path between two conductive parts, or between a conductive part and the bounding surface of the equipment, measured along the surface of the insulation.

1.2.27 *Secondary circuit*: A circuit which has no direct connection to primary power and derives its power from a transformer, convertor or equivalent isolation device situated within the equipment.

Some solid state devices may provide equivalent isolation.

- 1.2.28 *Zone d'accès de l'opérateur*: Toute zone à laquelle il est possible d'avoir accès sans l'aide d'un outil, ou toute zone pour laquelle des moyens d'accès sont délibérément prévus pour l'opérateur.
- 1.2.29 *Tension dangereuse*: Tension supérieure à 42,4 V, valeur de crête ou tension continue, présente dans un circuit non conforme aux prescriptions relatives aux circuits à limitation de courant.
- 1.2.30 *Danger de transfert d'énergie*: Danger qui existe en toute partie d'un élément de matériel si, entre la partie conductrice accessible et une partie conductrice accessible contiguë, de polarité différente, il existe un niveau d'énergie de 20 J ou plus, ou un niveau de puissance permanente disponible de 240 VA ou plus à un potentiel de 2 V ou plus.
- Au-dessus de la limite TBTS, la protection exigée contre les chocs électriques protège également contre les dangers de transfert d'énergie.
- 1.2.31 *Matériel de traitement de l'information*: Unités mises en fonctionnement électriquement qui, séparément ou groupées en systèmes, accumulent, traitent et mémorisent les données. L'introduction et la restitution de données peuvent, ou non se faire par des moyens électroniques.
- 1.2.32 *Classification des matériaux vis-à-vis de l'inflammabilité*: Moyens de reconnaître les caractéristiques d'inflammabilité et de combustion des matériaux autres que métalliques ou céramiques. Dans le cadre de la présente norme, les matériaux sont classés comme indiqué dans les paragraphes 1.2.33 à 1.2.38 inclus, lorsqu'ils sont essayés conformément à l'annexe A.
- 1.2.33 *Matériau classé V-1*: Matériau qui, lorsqu'il est essayé conformément à l'article A6 de l'annexe A, peut s'enflammer ou devenir incandescent, mais s'éteint dans un délai prescrit. Des particules incandescentes et/ou des gouttelettes enflammées ne doivent pas enflammer le coton chirurgical.
- 1.2.34 *Matériau classé V-2*: Matériau qui, lorsqu'il est essayé conformément à l'article A6 de l'annexe A, peut s'enflammer ou devenir incandescent, mais s'éteint dans un délai prescrit. Des particules incandescentes et/ou des gouttelettes enflammées peuvent enflammer le coton chirurgical.
- 1.2.35 *Matériau plastique cellulaire classé HF-1*: Matériau plastique cellulaire qui, lorsqu'il est essayé conformément à l'article A7 de l'annexe A, peut s'enflammer ou devenir incandescent, mais s'éteint dans un délai prescrit. Des particules enflammées ou incandescentes ou des gouttelettes enflammées ne doivent pas enflammer le coton chirurgical.
- 1.2.36 *Matériau plastique cellulaire classé HF-2*: Matériau plastique cellulaire qui, lorsqu'il est essayé conformément à l'article A7 de l'annexe A, peut s'enflammer ou devenir incandescent, mais s'éteint dans un délai prescrit. Des particules enflammées ou incandescentes ou des gouttelettes enflammées peuvent enflammer le coton chirurgical.
- 1.2.37 *Matériau classé HB*: Matériau qui, lorsqu'il est essayé conformément à l'article A8 de l'annexe A, brûle à des vitesses maximales spécifiées de combustion.
- 1.2.38 *Matériau plastique cellulaire classé HBF*: Matériau plastique cellulaire qui, lorsqu'il est essayé conformément à l'article A7 de l'annexe A, brûle à une vitesse maximale spécifiée de combustion.
- 1.2.39 *Enveloppe*: Un élément de construction qui protège d'un contact avec des parties dangereuses. Cet élément peut être une partie intégrante d'un élément constituant, une partie séparée d'un élément constituant, le coffret externe ou une partie du coffret externe.
- 1.2.40 *Verrouillage de sécurité*: Dispositif empêchant l'accès à une partie dangereuse jusqu'à suppression du danger, ou supprimant automatiquement la condition dangereuse en cas d'accès.
- 1.2.41 *Circuit à limitation de courant*: Circuit conçu et protégé de façon que, en fonctionnement normal et dans des conditions de défaillance vraisemblables, le courant dissipé ne soit pas dangereux.

- 1.2.28 *Operator access area*: Any area to which access may be gained without the use of a tool, or any area for which the means of access is deliberately provided to the operator.
- 1.2.29 *Hazardous voltage*: A voltage exceeding 42.4 V peak or d.c., existing in a circuit which does not meet the requirement for a limited current circuit.
- 1.2.30 *Energy hazard*: A hazard that exists at any part of a piece of equipment if, between the accessible conductive part and an adjacent accessible conductive part of different polarity, there exists a stored energy level of 20 J or more, or an available continuous power level of 240 VA or more at a potential of 2 V or more.
- Above the SELV limit, the protection required against electric shock will also protect against energy hazards.
- 1.2.31 *Data processing equipment*: Electrically operated units that, separately or assembled in systems, accumulate, process and store data. Acceptance and divulgence of data may or may not be by electronic means.
- 1.2.32 *Flammability classification of materials*: The recognition of the ignition and burning resistance characteristics of materials other than metallic or ceramic. For the purposes of this standard, materials are classified as in Sub-clauses 1.2.33 to 1.2.38 inclusive, when tested in accordance with Appendix A.
- 1.2.33 *Material classed V-1*: A material that, when tested in accordance with Clause A6 of Appendix A, may flame or glow, but will extinguish within a prescribed period of time. Glowing particles and/or flaming drops released shall not ignite surgical cotton.
- 1.2.34 *Material classed V-2*: A material that, when tested in accordance with Clause A6 of Appendix A, may flame or glow, but will extinguish within a prescribed period of time. Glowing particles and/or flaming drops may ignite surgical cotton.
- 1.2.35 *Foamed plastic classed HF-1*: A foamed plastic material that, when tested in accordance with Clause A7 of Appendix A, may flame or glow, but will extinguish within a prescribed period of time. Flaming or glowing particles or flaming drops shall not ignite surgical cotton.
- 1.2.36 *Foamed plastic classed HF-2*: A foamed plastic material that, when tested in accordance with Clause A7 of Appendix A, may flame or glow, but will extinguish within a prescribed period of time. Flaming or glowing particles or flaming drops released may ignite surgical cotton.
- 1.2.37 *Material classed HB*: A material that, when tested as indicated in Clause A8 of Appendix A, burns with specified maximum burning rates.
- 1.2.38 *Foamed plastic classed HBF*: A foamed plastic material that, when tested as indicated in Clause A7 of Appendix A, burns with specified maximum burning rate.
- 1.2.39 *Enclosure*: A construction which protects against contact with hazardous parts. The construction may be an integral part of a component, a separate part of a component, the outer cabinet or a part of the outer cabinet.
- 1.2.40 *Safety interlock*: A means of preventing access to a hazardous area until the hazard is removed, or automatically removing the hazardous condition when access is gained.
- 1.2.41 *Limited current circuit*: A circuit which is so designed and protected that under both normal conditions and a likely fault condition, the current which can be drawn is not hazardous.

1.2.42 *Coupe-circuit thermique*: Dispositif qui, en fonctionnement anormal, limite la température d'un matériel, ou de parties de celui-ci, par ouverture automatique du circuit ou par réduction du courant, et qui est construit de façon que son réglage ne puisse pas être modifié par l'utilisateur.

1.2.43 *Circuit primaire*: Ensemble de tous les circuits internes qui sont directement connectés au réseau d'alimentation extérieur ou à une autre source équivalente, tel qu'un groupe convertisseur, qui fournit l'énergie électrique. Les enroulements primaires de transformateurs, les moteurs, les autres dispositifs absorbant de l'énergie et les dispositifs de connexion au réseau d'alimentation sont compris.

1.2.44 *Très basse tension*: Tension entre conducteurs ou entre conducteur et terre ne dépassant pas 42,4 V, valeur de crête ou tension continue, présente dans un circuit secondaire non conforme aux prescriptions relatives aux circuits TBTS ou aux circuits à limitation de courant.

Une tension qui, sans dépasser 42,4 V, valeur de crête ou tension continue, est présente dans un circuit connecté électriquement à un circuit primaire, est considérée comme tension dangereuse à moins que les prescriptions relatives aux circuits à limitation de courant soient satisfaites.

Les parties dans des circuits qui ne sont pas TBTS et qui sont normalement au-dessous de la limite TBT, peuvent avoir des potentiels dans des conditions de défauts.

1.2.45 *Schémas d'alimentation TN*: Schéma de distribution d'énergie dont un point est relié directement à la terre, les masses de l'installation étant reliées à ce point par des conducteurs de protection. Trois types de schémas d'alimentation TN sont définis suivant la disposition du conducteur neutre et du conducteur de protection, à savoir:

- Schéma d'alimentation TN-S: dans lequel le conducteur neutre et le conducteur de protection sont séparés dans l'ensemble du schéma;
- Schéma d'alimentation TN-C-S: dans lequel les fonctions de neutre et de protection sont combinées en un seul conducteur dans une partie du schéma;
- Schéma d'alimentation TN-C: dans lequel les fonctions de neutre et de protection sont combinées en un seul conducteur dans l'ensemble du schéma.

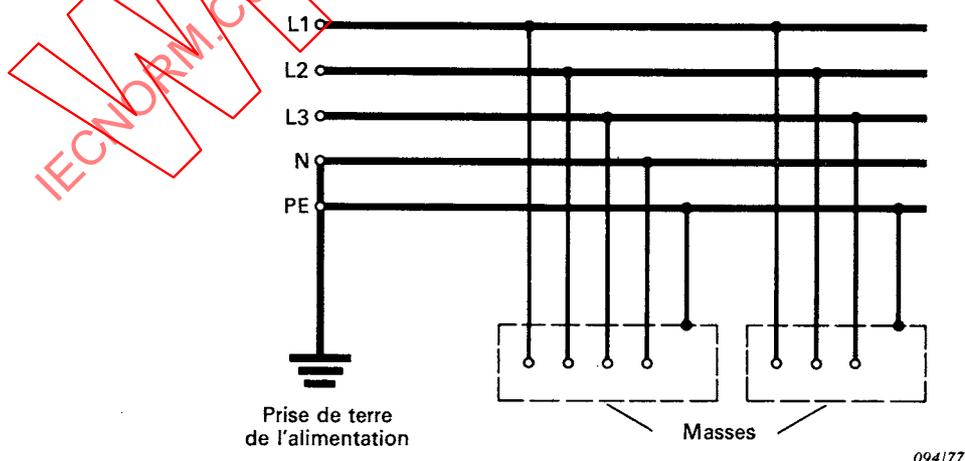


Schéma d'alimentation TN-S: Conducteur neutre séparé et conducteur de protection dans l'ensemble du schéma.

1.2.42 *Thermal cut-out*: A device which, during abnormal operation, limits the temperature of the equipment, or of parts of it, by automatically opening the circuit or by reducing the current, and which is so constructed that its setting cannot be altered by the user.

1.2.43 *Primary circuit*: All internal circuits which are directly connected to the external supply mains or other equivalent source, such as a motor-generator set, which furnishes the electric power. This includes the primary windings of transformers, motors, other loading devices and the means of connection to the supply mains.

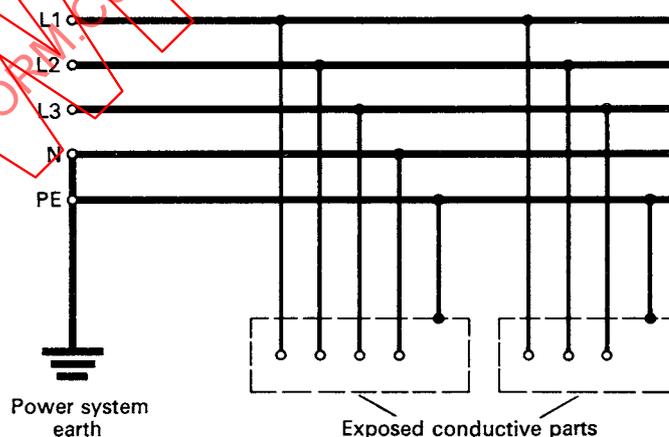
1.2.44 *Extra low voltage (ELV)*: A voltage between conductors or between a conductor and earth not exceeding 42.4 V peak or d.c., existing in a secondary circuit which does not meet the requirements for a SELV circuit nor those for a limited current circuit.

A voltage not exceeding 42.4 V peak or d.c., existing in a circuit which is conductively connected to a primary circuit, is considered to be a hazardous voltage unless the requirements for a limited current circuit are met.

Parts in non-SELV circuits, which are normally below the SELV limit, may assume potentials under fault conditions.

1.2.45 *TN power systems*: A power distribution system having one point directly earthed, the exposed conductive parts of the installation being connected to that point by protective earthing conductors. Three types of TN system are recognized, according to the arrangement of neutral and protective earthing conductors, as follows:

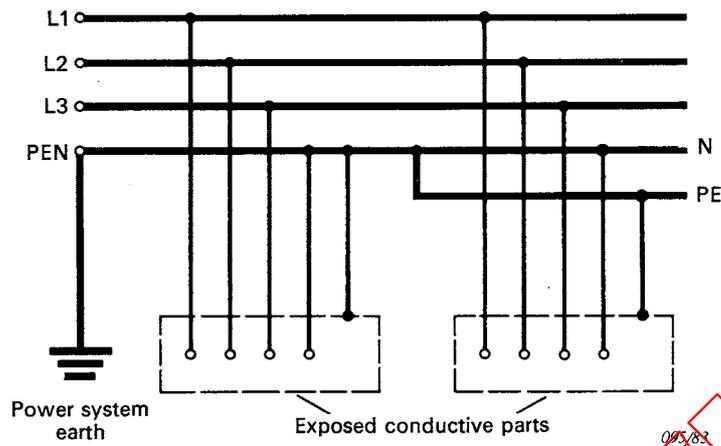
- TN-S system: having separate neutral and protective earthing conductors throughout the system;
- TN-C-S system: in which neutral and protective functions are combined in a single conductor in a part of the system;
- TN-C system: in which neutral and protective functions are combined in a single conductor throughout the system.



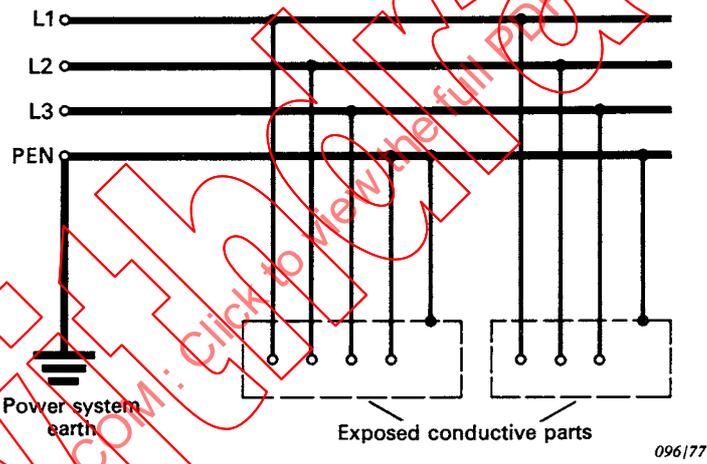
094/77

TN-S system: Separate neutral and protective earthing conductors throughout system.





TN-C-S system: Neutral and protective functions combined in a single conductor in a part of the system.



TN-C system: Neutral and protective functions combined in a single conductor throughout system.

- 1.2.46 *Schéma d'alimentation TT*: Système de distribution d'énergie dont un point est directement relié à la terre, les masses de l'installation électrique étant reliées à des prises de terre électriquement indépendantes des prises de terre du schéma d'alimentation.

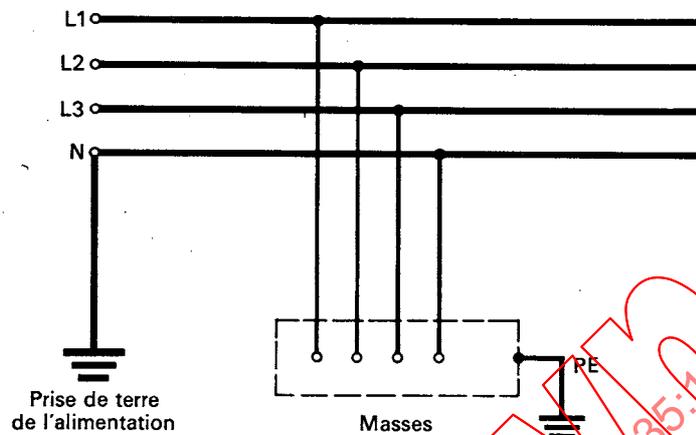


Schéma TT.

- 1.2.47 *Schéma d'alimentation IT*: Système de distribution de l'énergie sans liaison directe à la terre, les masses de l'installation électrique étant mises à la terre.

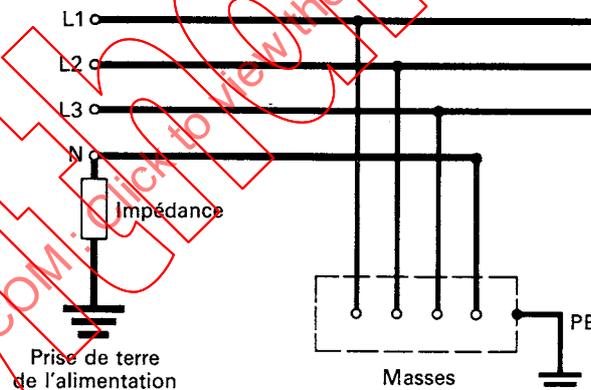
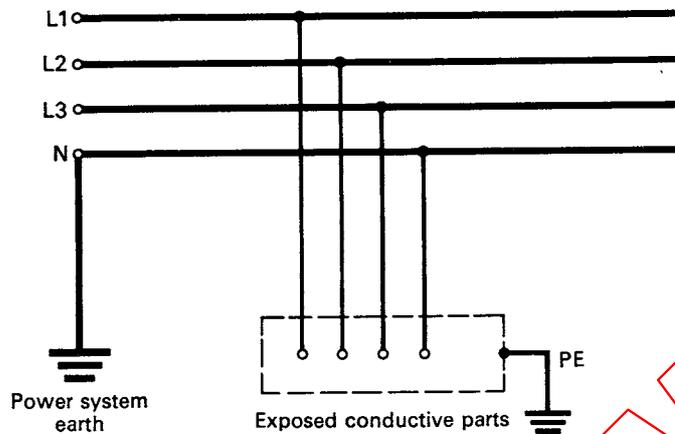


Schéma IT.

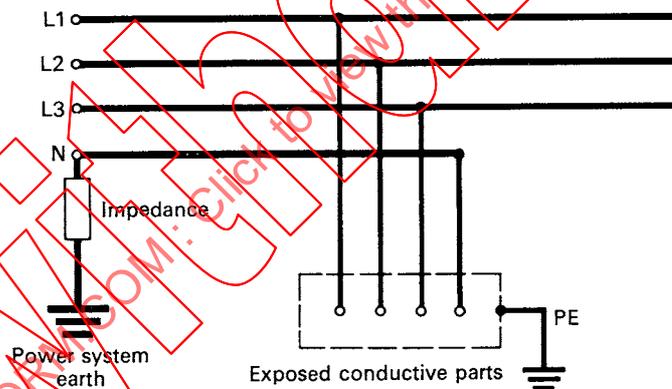
- 1.2.48 *Coupe-circuit thermique, à réenclenchement automatique*: Coupe-circuit thermique qui rétablit automatiquement le courant après que la partie correspondante de la machine s'est suffisamment refroidie.
- 1.2.49 *Coupe-circuit thermique, à réenclenchement non automatique*: Coupe-circuit thermique qui exige un réenclenchement manuel, ou le remplacement d'un élément, pour rétablir le courant.
- 1.2.50 *Courant de cheminement*: Formation progressive de chemins conducteurs, qui se produit à la surface d'un matériau isolant solide, par suite des effets combinés des contraintes électriques et de la contamination électrolytique sur cette surface.

1.2.46 *TT power system*: A power distribution system having one point directly earthed, the exposed conductive parts of the electrical installation being connected to earth electrodes electrically independent of the earth electrodes of the power system.



TT system.

1.2.47 *IT power system*: A power distribution system having no direct connection to earth, the exposed conductive parts of the electrical installation being connected to earth.



IT system.

1.2.48 *Thermal cut-out, self-resetting*: A thermal cut-out which automatically restores the current after the relevant part of the machine has cooled down sufficiently.

1.2.49 *Thermal cut-out, non self-resetting*: A thermal cut-out which requires resetting by hand, or replacement of a part, in order to restore the current.

1.2.50 *Tracking*: The progressive formation of conducting paths, which are produced on the surface of a solid insulating material, due to the combined effects of electric stress and electrolytic contamination on this surface.

### 1.3 Prescriptions générales

- 1.3.1 Le matériel doit être conçu et construit de façon que, en fonctionnement normal et dans des conditions de défaillance vraisemblables, il ne puisse mettre en danger, au sens de la présente norme, les personnes ou l'environnement.
- 1.3.2 Le matériel contenant de la très basse tension ou des tensions dangereuses doit être de la classe I ou de la classe II.
- 1.3.3 Une information suffisante doit être fournie à l'utilisateur au sujet des conditions nécessaires pour garantir que le matériel, utilisé comme prescrit par le constructeur, ne présente pas de danger au sens de la présente norme.

*En général, la vérification consiste à effectuer un examen ou la totalité des essais correspondants spécifiés ou les deux.*

### 1.4 Généralités sur les prescriptions et les essais

- 1.4.1 Les détails des prescriptions et essais mentionnés dans la présente norme ne sont à prendre en considération que si la sécurité est impliquée. Si la conception du matériel montre de façon évidente qu'un essai particulier n'est pas applicable, l'essai n'est pas effectué.
- 1.4.2 *Les essais mentionnés dans la présente norme sont des essais de type.*
- 1.4.3 *Sauf spécification contraire, les essais doivent être effectués sur un seul échantillon qui doit satisfaire à tous les essais le concernant.*

*En raison du coût élevé des échantillons, une discussion du programme d'essais avec le constructeur est souhaitable.*

*Comme solution autre que celle de l'exécution des essais sur le matériel complet, des essais peuvent être effectués séparément sur des composants et des sous-ensembles, à condition qu'un examen du matériel et des dispositions des circuits montre que de tels essais assurent la conformité à la présente norme du matériel assemblé.*

*Lorsqu'un essai destructif doit être employé pour évaluer la sécurité des produits, un échantillon représentatif de la condition à évaluer peut être utilisé.*

- 1.4.4 *A moins que des conditions particulières d'essais soient indiquées ailleurs dans la présente norme, les essais doivent être effectués dans les limites des spécifications de fonctionnement du constructeur, suivant la combinaison la plus défavorable des conditions suivantes, lorsqu'il est clair que cela a un impact significatif sur les résultats de l'essai:*

- tension d'alimentation;*
- fréquence d'alimentation;*
- emplacement physique du matériel et position des parties mobiles;*
- mode de fonctionnement.*

- 1.4.5 *En déterminant la tension d'alimentation la plus défavorable pour un essai, il faudra tenir compte des variables suivantes:*

- tensions nominales multiples;*
- limites de la plage nominale de tensions;*
- tolérance sur la tension nominale spécifiée par le constructeur pour le service continu. Lorsque aucune tolérance n'est spécifiée, elle sera supposée être de  $\pm 6\%$ .*

*Lors de l'essai d'un matériel conçu uniquement pour courant continu, il faudra tenir compte de l'influence possible de la polarité.*

### 1.3 General requirements

1.3.1 Equipment shall be so designed and constructed that, in normal operation and under a likely fault condition, it causes no hazards within the meaning of this standard to persons or surroundings.

1.3.2 Equipment containing ELV or hazardous voltages shall be Class I or Class II.

1.3.3 Sufficient information shall be provided to the user concerning any condition necessary to ensure that, when used as prescribed by the manufacturer, the equipment will not present a hazard within the meaning of this standard.

*In general, compliance is checked by inspection or by carrying out all the relevant tests specified or both.*

### 1.4 General notes on requirements and tests

1.4.1 The requirements and tests detailed in this standard are to be considered only if safety is involved. If it is evident from the design of the equipment that a particular test is not applicable, the test is not made.

1.4.2 Tests according to this standard are type tests.

1.4.3 Unless otherwise specified, the tests shall be made on a single sample which shall withstand all the relevant tests.

*In view of the large cost involvement in samples, discussion of the test programme with the manufacturer is desirable.*

*As an alternative to carrying out tests on the complete equipment, tests may be carried out separately on components and sub-assemblies, provided that inspection of the equipment and circuit arrangements indicates that such tests will ensure that the assembled equipment complies with the standard.*

*When a destructive test must be employed to evaluate the safety of the products, a model representing the condition to be evaluated may be used.*

1.4.4 Except where specific test conditions are stated elsewhere in this standard, the tests shall be carried out under the most unfavourable combination, within the manufacturer's operating specifications, of the following conditions, where it is clear that there is a significant impact on the results of the test:

- supply voltage;
- supply frequency;
- physical location of equipment and position of movable parts;
- operating mode.

1.4.5 In determining the most unfavourable supply voltage for a test, the following variables shall be considered:

- multiple rated voltages;
- extreme of rated voltage range;
- tolerance on rated voltage as specified by the manufacturer for continuous operation. When no tolerance is specified, it shall be assumed to be  $\pm 6\%$ .

*When testing equipment designed for d.c. only, the possible influence of polarity shall be considered.*

1.4.6 *En déterminant la fréquence d'alimentation la plus défavorable pour un essai, différentes fréquences nominales à l'intérieur de la plage nominale de fréquences doivent être considérées (par exemple 50 Hz et 60 Hz) mais il n'est pas, normalement, nécessaire de prendre en considération la tolérance sur une fréquence nominale (par exemple 50 Hz ± 0,5 Hz).*

1.4.7 *Dans la présente norme, des échauffements maximaux sont spécifiés pour la conformité à certains essais, et la température de l'air ambiant pendant les essais n'a pas besoin d'être imposée, mais doit être relevée et notée. Ces échauffements maximaux sont basés sur l'hypothèse que la température d'air ambiant au lieu de fonctionnement du matériel est de 25 °C. Si le matériel est prévu pour fonctionner à une température d'air ambiant plus élevée, les échauffements spécifiés doivent être réduits en conséquence.*

Lorsque les échauffements sont mesurés dans des conditions ambiantes locales de pression atmosphérique et d'humidité relative, ils doivent être réglés pour tenir compte des limites défavorables de pression, d'humidité et de l'effet d'un blocage partiel des filtres à air, dans les limites de la spécification du constructeur.

1.4.8 Les échauffements des enroulements sont déterminés par la méthode de variation de résistance lorsqu'elle est applicable (annexe E). Dans tous les autres cas, la mesure est effectuée par couple thermoélectrique ou par une méthode similaire, en utilisant des sondes thermiques choisies et placées de façon qu'elles aient l'influence minimale sur la température de la partie à l'essai.

1.4.9 Le matériel pour lequel le constructeur offre des configurations en variante doit être soumis aux essais dans les configurations qui donnent les résultats les plus défavorables, ou avec une simulation appropriée de ces configurations.

1.4.10 Le matériel contenant uniquement des circuits TBTS doit être soumis aux essais avec le dispositif d'alimentation ou un dispositif analogue.

## 1.5 *Eléments constitutants*

1.5.1 *Lorsque la sécurité est impliquée, les éléments constitutants doivent satisfaire aux prescriptions de la présente norme et aux prescriptions de sécurité des normes correspondantes de la CEI pour ces éléments constitutants.*

Afin d'établir si la sécurité est ou non impliquée, une analyse attentive du circuit est recommandée, afin de tenir compte des conséquences d'une défaillance possible des éléments constitutants. Ceci n'est généralement considéré comme nécessaire que pour les éléments constitutants utilisés comme élément de circuits primaires ou de circuits secondaires fonctionnant sous une tension supérieure à 42,4 V, valeur de crête ou tension continue.

1.5.2 *L'évaluation et les essais des éléments constitutants doivent être effectués de la façon suivante:*

- *un élément constituant certifié, par un organisme d'essai reconnu, comme conforme à une norme harmonisée avec la norme d'élément constituant correspondante de la CEI doit être vérifié du point de vue de son application et de son utilisation conformes à ses caractéristiques nominales. Il doit être soumis aux essais applicables de la présente norme, en tant que partie du matériel à l'exception des essais qui font partie de la norme d'élément constituant correspondante de la CEI;*

- *un élément constituant qui n'est pas certifié comme conforme à une norme correspondante comme ci-dessus doit être vérifié du point de vue de son application et de son utilisation conformes à ses caractéristiques nominales. Il doit être soumis aux essais applicables de la présente norme, en tant que partie d'un matériel, et aux essais applicables de la norme d'élément constituant correspondante, dans les conditions se présentant dans le matériel;*

*L'essai de conformité à une norme d'élément constituant correspondante est, en général, effectué séparément. Le nombre d'échantillons d'essai est, en général, le même que celui exigé dans la norme d'élément constituant.*

- *lorsqu'il n'existe pas de norme d'élément constituant de la CEI, ou lorsque les éléments constitutants sont utilisés dans des circuits dans des conditions qui ne sont pas en accord avec leurs*

- 1.4.6 *In determining the most unfavourable supply frequency for a test, different nominal frequencies within the rated frequency range shall be considered (e.g. 50 Hz and 60 Hz), but consideration of the tolerance on a rated frequency (e.g. 50 Hz  $\pm$  0.5 Hz) is not normally considered to be necessary.*
- 1.4.7 *In this standard, maximum temperature rises are specified for compliance with certain tests, and the ambient air temperature during the tests need not be controlled, but shall be monitored and recorded. These maximum temperature rises are based on the assumption that the room ambient air temperature is 25 °C when the equipment is in operation. If the equipment is intended to be operated in a higher room ambient temperature, the specified temperature rises shall be reduced accordingly.*

Where temperature rises are measured under local ambient conditions of atmospheric pressure and relative humidity, they should be adjusted to allow for adverse limits of pressure, humidity and the effect of partially blocked air filters within the manufacturer's specification.

- 1.4.8 Temperature rises of windings are determined by the resistance method where practicable (Appendix E). In all other cases, measurement is made by the thermocouple or a similar method, using temperature sensors so chosen and positioned that they have the minimum effect on the temperature of the part under test.
- 1.4.9 Equipment for which optional features are offered by the manufacturer shall be tested with those features which give the most unfavourable results, or suitable simulation of these features.
- 1.4.10 Equipment containing SELV circuits only shall be tested with the supply device or equivalent.

## 1.5 Components

- 1.5.1 Where safety is involved, components shall comply with the requirements of this standard and with the safety aspects of the relevant IEC component standards.

In order to establish whether or not safety is involved, a careful investigation of the circuit is recommended, to take into account the consequences of possible failure of components. This is generally only considered to be necessary for components being used as part of primary circuits or of secondary circuits operating above 42.4 V peak or d.c.

- 1.5.2 *Evaluation and testing of components shall be carried out as follows:*

- *a component certified by a recognized testing authority for compliance with a standard harmonized with the relevant IEC component standard shall be checked for correct application and use in accordance with its rating. It shall be subjected to the applicable tests of this standard as part of the equipment with the exception of those tests which are part of the relevant IEC component standard;*
- *a component which is not certified for compliance with a relevant standard as above shall be checked for correct application and use in accordance with its specified rating. It shall be subjected to the applicable tests of this standard, as part of the equipment, and to the applicable tests of the relevant component standard, under the conditions occurring in the equipment;*

*The test for compliance with a relevant component standard is, in general, carried out separately. The number of test samples is, in general, the same as required in the component standard.*

- *where no IEC component standard exists, or where components are used in circuits not in accordance with their specified ratings, the components shall be tested under the conditions*

*caractéristiques nominales spécifiées, les éléments constituant doivent être soumis aux essais dans les conditions se présentant dans le matériel. Le nombre d'échantillons exigés pour l'essai est, en général, le même que celui exigé par une norme équivalente.*

- 1.5.3 Un transformateur de sécurité doit être construit de façon qu'un seul défaut d'isolation et ses conséquences ne provoquent pas l'apparition d'une tension dangereuse sur les enroulements TBTS. Ceci peut être obtenu en séparant les enroulements TBTS de tous les autres enroulements conformément aux principes énoncés au paragraphe 2.3.2.

L'annexe C montre des exemples de détails de construction normale que l'on s'attend à trouver sur un transformateur conçu pour satisfaire aux prescriptions ci-dessus, ainsi que des essais appropriés de rigidité diélectrique.

- 1.5.4 Les éléments constituant qui doivent être connectés à un circuit TBTS et à un circuit TBT ou à une tension dangereuse doivent être construits conformément aux principes du paragraphe 2.3.2.

Un exemple d'un tel élément constituant pourrait être un relais avec différentes alimentations connectées à différents éléments constituant (bobines et contacts).

## 1.6 Adaptation au réseau

- 1.6.1 Le courant absorbé en régime par le matériel ne doit pas dépasser le courant nominal de plus de 10% dans les conditions de fonctionnement normal les plus défavorables et sous la tension nominale.
- 1.6.2 La tension nominale du matériel portatif ne doit pas dépasser 250 V.
- 1.6.3 Le neutre doit être isolé de la terre et de la masse dans tout le matériel comme s'il était une phase sous tension.
- 1.6.4 Pour le matériel destiné à être raccordé à des systèmes de distribution IT, les éléments constituant connectés entre phase et terre doivent avoir une tension nominale au moins égale à la tension entre phases, et les éléments constituant connectés entre le neutre et la terre doivent avoir une tension nominale au moins égale à la tension entre phase et neutre.
- 1.6.5 Les matériels destinés à fonctionner directement sur le réseau d'alimentation doivent être conçus pour une tolérance minimale de l'alimentation de  $\pm 6\%$  de la tension nominale.

## 1.7 Marques et indications

- 1.7.1 Le matériel doit comporter une plaque signalétique dont l'objet est de spécifier les conditions correctes d'alimentation en tension et en fréquence et la puissance appropriée. La plaque signalétique doit être placée sur une partie principale du matériel de façon à être facilement lisible de l'extérieur du matériel, si nécessaire après retrait d'un couvercle. La plaque signalétique doit comprendre les indications suivantes:

— la ou les tensions nominales ou la ou les plages nominales de tensions, en volts.

Les deux limites de la plage de tensions doivent être séparées par un trait d'union (-). Si des tensions nominales multiples ou des plages nominales de tensions multiples sont données, elles doivent être séparées par une barre oblique (/).

Exemples de caractéristiques nominales de tension:

Plage nominale de tensions: 220 V-240 V. Ceci signifie que le matériel est conçu pour être connecté à toute source d'alimentation de tension nominale comprise entre 220 V et 240 V.

Tensions nominales multiples: 120 V/220 V/240 V. Ceci signifie que le matériel est conçu pour être connecté à une source d'alimentation de tension nominale 120 V ou 220 V ou 240 V, généralement après un réglage interne de la tension.

— le symbole de la nature du courant, pour courant continu seulement;

— la fréquence nominale ou la plage nominale de fréquences, en hertz, à moins que le matériel ne soit conçu pour courant continu seulement;

occurring in the equipment. The number of samples required for test is, in general, the same as required by an equivalent standard.

- 1.5.3 A safety isolating transformer shall be so constructed that a single insulation fault and its consequences will not cause a hazardous voltage to appear on SELV windings. This may be achieved by separating the SELV windings from all other windings in conformity with the principles stated in Sub-clause 2.3.2.

Appendix C shows examples of the standard of constructional detail that is expected of a transformer designed to meet the above requirements, together with suitable electric strength tests.

- 1.5.4 Components which are to be connected to SELV and either to ELV or to a hazardous voltage shall be constructed according to the principles of Sub-clause 2.3.2.

An example of such a component would be a relay with different supplies connected to different elements (coils and contacts).

## 1.6 Power interface

- 1.6.1 The steady-state input current of the equipment shall not exceed the rated current by more than 10% under the most adverse normal operating conditions and at rated voltage.
- 1.6.2 The rated voltage of hand-held equipment shall not exceed 250 V.
- 1.6.3 Neutral shall be insulated from earth and the body throughout the equipment, as if it were a live phase.
- 1.6.4 For equipment to be connected to IT power systems, components connected between phase and earth shall be rated at least at the phase-to-phase voltage and components connected between neutral and earth shall be rated at least at the phase-to-neutral voltage.
- 1.6.5 Equipment intended to operate directly from the mains supply should be designed for a minimum supply tolerance of  $\pm 6\%$  of rated voltage.

## 1.7 Marking and instructions

- 1.7.1 Equipment shall be provided with a power rating plate, the purpose of which is to specify a supply of correct voltage and frequency and of adequate capacity. The power rating plate shall be on a main part of the equipment easily legible from outside the equipment, if necessary after removal of a cover. The power rating plate shall include the following markings:

— rated voltage(s) or rated voltage range(s), in volts.

The voltage range shall have a hyphen (-) between the maximum and minimum rated voltages. When multiple rated voltages or voltage ranges are given, they shall be separated by a solidus (/).

Examples of voltage ratings:

Rated voltage range: 220 V-240 V. This means that the equipment is designed to be connected to any supply having a nominal voltage between 220 V and 240 V.

Multiple rated voltage: 120 V/220 V/240 V. This means that equipment is designed to be connected to a supply having a nominal voltage of 120 V or 220 V or 240 V, usually after internal voltage adjustment.

- symbol for nature of supply, for d.c. only;
- rated frequency or rated frequency range, in hertz, unless the equipment is designed for d.c. only;

— le courant nominal, en ampères.

Pour le matériel à tensions nominales multiples, les courants nominaux correspondants doivent être indiqués en séparant les différentes caractéristiques nominales de courant par une ligne oblique (/) et en faisant apparaître clairement la relation entre tension nominale et courant nominal associé;

Si un matériel ne comporte pas de moyens de raccordement direct au réseau, il n'est pas nécessaire qu'il porte l'indication du courant nominal;

Le courant nominal à indiquer sur le matériel est le courant total maximal qui peut être en circuit en même temps et il doit inclure les courants combinés de tous les matériels du système qui peuvent être alimentés par l'intermédiaire du matériel et qui peuvent être mis en fonctionnement simultanément;

- le nom du constructeur, la marque de fabrique ou la marque d'identification;
- le numéro de modèle ou la référence du type;
- le symbole de la classe II, pour le matériel de la classe II uniquement.

Des indications supplémentaires sont admises, pourvu qu'elles ne donnent pas lieu à confusion.

Lorsqu'il est fait usage de symboles et d'abréviations, ils doivent être conformes aux normes correspondantes de la CEI et de l'ISO.

- 1.7.2 Lorsqu'il est nécessaire de garantir que le matériel reste sûr au sens de la présente norme, le constructeur doit préparer et tenir disponibles les instructions nécessaires pour le fonctionnement, l'installation, l'entretien, le transport et le stockage.

Les informations relatives à l'entretien ne sont normalement disponibles que pour le personnel assurant l'entretien.

- 1.7.3 Pour le matériel destiné à être raccordé à des tensions ou fréquences nominales multiples, la méthode de réglage doit être entièrement traitée dans le manuel d'instructions pour l'entretien ou dans la notice d'installation. A moins que le dispositif de réglage ne soit une simple commande placée près de la plaque signalétique et que le réglage de cette commande soit évident par simple examen, l'instruction suivante ou une instruction similaire doit figurer sur la plaque signalétique ou à proximité de celle-ci:

«Voir la notice d'installation avant de raccorder au réseau».

- 1.7.4 Les prises de courant normalisées utilisées dans le matériel de traitement de l'information accessible à l'opérateur doivent comporter l'indication de la charge maximale admissible pour chacune d'elles. Cette indication peut être placée à proximité de chaque prise normalisée.
- 1.7.5 Lorsque la sécurité est impliquée, les socles de fusibles doivent porter l'indication du courant nominal de l'élément fusible. Cette indication doit être placée sur le socle du fusible ou à proximité de celui-ci.

Lorsque des éléments fusibles à caractéristiques de fusion spéciales sont nécessaires, le type doit également être indiqué.

- 1.7.6 Pour le matériel de la classe I, les bornes destinées à la connexion de conducteurs externes de protection par mise à la terre doivent être indiquées par le symbole  $\oplus$  défini au n° 5019a de la Publication 417 de la CEI: Symboles graphiques utilisables sur le matériel. Index, relevé et compilation des feuilles individuelles.

Ce symbole ne doit pas être utilisé pour d'autres bornes de terre.

Cette prescription s'applique aux bornes destinées à la connexion de conducteurs de protection par mise à la terre qui peuvent faire partie intégrante de câbles d'alimentation ou être acheminés en goulotte avec d'autres câbles d'alimentation.

Le symbole  $\oplus$  ayant été abondamment utilisé non seulement par les constructeurs, mais aussi par les fabricants d'éléments comme les borniers, il est probable que son utilisation se poursuivra pendant une période intérimaire.

— rated current, in amperes;

For equipment with multiple rated voltages, the corresponding rated currents shall be marked such that the different current ratings are separated by a solidus (/) and the relation between rated voltage and associated rated current appears distinctly;

If an equipment is not provided with a means for connection directly to the supply, that equipment need not be marked with the rated current;

The rated current to be marked on the equipment is the total maximum current that can be on circuit at the same time and shall include the combined currents to all equipment in the system that may be supplied through that equipment and can be operated simultaneously;

- manufacturer's name, trade mark or identification mark;
- manufacturer's model or type reference;
- symbol for Class II construction, for Class II equipment only.

Additional markings are allowed, provided they do not give rise to misunderstanding.

When symbols and abbreviations are used, they shall conform with the relevant ISO and IEC standards.

1.7.2 Where necessary to ensure that the equipment remains safe within the meaning of this standard, the manufacturer shall prepare and have available the necessary instructions for operation, installation, maintenance, transportation and storage.

Maintenance information is normally available only to service personnel.

1.7.3 For equipment intended for connection to multiple rated voltages or frequencies, the method of adjustment shall be fully covered in the engineering service manual or installation instructions. Unless the means of adjustment is a simple control near the power rating plate, and the setting of this control is obvious by inspection, the following instruction or a similar one shall appear in or near the power rating plate:

“See installation instructions before connecting the supply”.

1.7.4 Standard supply outlets in data processing equipment accessible to the operator shall be marked with the maximum permissible load which may be connected to the outlet. This marking shall be placed in the vicinity of the standard supply outlet.

1.7.5 Where safety is involved, fuseholders shall be marked with the current rating of the fuse. This marking shall be placed on or adjacent to the fuseholder.

Where fuses with special fusing characteristics are necessary, the type shall also be indicated.

1.7.6 For Class I equipment, terminals intended for the connection of external protective earthing conductors shall be indicated by the symbol  $\oplus$  defined in No. 5019a of IEC Publication 417: Graphical Symbols for Use on Equipment. Index, Survey and Compilation of the Single Sheets.

This symbol shall not be used for other earthing terminals.

This applies to terminals for connection of a protective earthing conductor whether run as an integral part of a power supply cord or with supply conductors in a race way.

Because the symbol  $\oplus$  has been used widely, not only by manufacturers but also by manufacturers of components such as terminal blocks, it must be expected that its use will continue for some time.

- 1.7.7 Sauf si cela est manifestement superflu, les interrupteurs et autres dispositifs de commande doivent porter l'indication claire de la fonction qu'ils commandent.

Les indications utilisées à cet effet doivent être, autant que possible, compréhensibles sans connaissance de la langue, des normes nationales, etc.

Les positions FERMÉ/OUVERT de l'interrupteur de commande de l'alimentation doivent être clairement indiquées au point de fonctionnement.

Si des symboles sont utilisés, ils doivent être conformes à la Publication 417 de la CEI, n<sup>os</sup> 5007a et 5008a.

Si des chiffres sont utilisés pour indiquer les différentes positions d'un interrupteur ou d'un dispositif de commande à positions multiples, la position OUVERT doit être indiquée par le chiffre 0 (ZÉRO) et la position correspondant à une charge, une puissance, une vitesse, un effet de refroidissement, etc. plus élevés doit être indiquée par un chiffre plus grand.

Les marques et indications des interrupteurs et autres dispositifs de commande doivent être placées à proximité de ces éléments constituants; elles ne doivent pas être placées sur des parties que peut enlever l'opérateur si ces parties peuvent être remises en place de telle sorte que les indications deviennent erronées.

- 1.7.8 Lorsqu'il y a plusieurs connexions alimentant un équipement à une tension dangereuse ou à des niveaux d'énergie dangereux, il doit exister à proximité de l'accès de service aux parties dangereuses un marquage permanent et placé en évidence indiquant quels dispositifs de séparation isolent chaque section de l'équipement et quel dispositif de séparation peut être utilisé pour isoler complètement l'équipement.

- 1.7.9 La notice d'installation du matériel doit indiquer si le matériel a été ou non conçu, ou si nécessaire, modifié pour le raccordement à un réseau IT.

- 1.7.10 S'il est nécessaire de prendre des précautions spéciales lors de l'installation du matériel, des détails à ce sujet doivent être donnés dans la notice d'installation.

Des précautions spéciales peuvent être nécessaires, par exemple pour le raccordement de l'équipement au réseau ou l'interconnexion des équipements séparés éventuels.

Si le matériel n'est pas pourvu d'un dispositif de séparation conforme au paragraphe 2.6, la notice d'installation doit indiquer que:

- pour le matériel connecté en permanence à un réseau d'alimentation primaire, un dispositif de séparation aisément accessible doit être incorporé dans l'installation fixe;
- pour le matériel connecté au réseau d'alimentation primaire au moyen d'un câble souple fixé à demeure et d'une fiche de prise de courant, le socle de prise de courant doit être installé à proximité du matériel et doit être aisément accessible.

- 1.7.11 Les instructions et les marques et indications du matériel qui concernent la sécurité doivent être rédigées dans une langue acceptable dans le pays où le matériel doit être installé.

- 1.7.12 Le matériel à courant de fuite élevé doit comporter un avertissement sous forme d'étiquette comme défini au paragraphe 5.2.4 et à l'article G4 de l'annexe G.

- 1.7.13 Les marques et indications doivent être durables et aisément lisibles.

Dans l'appréciation de la durabilité des marques et indications, il doit être tenu compte de l'effet d'une utilisation normale et d'un nettoyage normal.

- 1.7.7 Unless it is obviously unnecessary, switches and other control devices shall be marked so as to indicate clearly which function they control.

Indications used for this purpose shall, wherever practicable, be comprehensible without a knowledge of languages, national standards, etc.

The ON/OFF condition of the power control switch shall be reliably indicated at the operating point.

If symbols are used, they shall be as defined in IEC Publication 417, Nos 5007a and 5008a.

If figures are used for indicating the different positions for a multi-position switch or control device, the OFF position shall be indicated by the figure 0 (ZERO) and the position for a greater output, input, speed, cooling effect, etc. shall be indicated by a higher figure.

Markings and indications for switches and other control devices, shall be placed in the vicinity of these components; they shall not be placed on operator removable parts if these parts can be replaced in such a way that the marking is misleading.

- 1.7.8 Where there is more than one connection supplying hazardous voltage or energy levels to equipment, there shall be a prominent permanent marking close to the service access to the hazardous parts to indicate which disconnect devices isolate each section of the equipment and which disconnect device may be used to isolate the equipment completely.

- 1.7.9 The equipment installation instructions shall state whether or not the equipment has been designed or when required, modified for connection to an IT power system.

- 1.7.10 If it is necessary to take special precautions when installing the equipment, details of these shall be given in installation instructions.

Special precautions may be necessary, for example for connection of the equipment to the supply and the interconnection of separate equipment, if any.

If equipment is not provided with a disconnect device in accordance with Sub-clause 2.6, the installation instructions shall state that:

- for equipment permanently connected to the primary power supply, a disconnect device easily accessible must be incorporated in the fixed wiring;
- for equipment connected to the primary power supply by means of a non-detachable flexible cord and a plug, the socket-outlet shall be installed near the equipment and shall be easily accessible.

- 1.7.11 Instructions and equipment marking related to safety shall be in a language which is acceptable in the country in which the equipment is to be installed.

- 1.7.12 Equipment with high leakage current shall carry a warning label as defined in Sub-clause 5.2.4 and Clause G4 of Appendix G.

- 1.7.13 Marking shall be durable and easily legible.

In considering the durability of the marking, the effect of normal use and cleaning shall be taken into account.

## 2. Conception électrique sûre

### 2.1 Protection contre les chocs électriques et les dangers de transfert d'énergie

2.1.1 Les parties électriques sont divisées en trois groupes eu égard à la protection contre les chocs électriques:

- parties qui fonctionnent dans des circuits TBTS ou dans des circuits à limitation de courant;
- parties qui fonctionnent normalement sous tensions dangereuses;
- parties qui fonctionnent normalement sous très basse tension et qui peuvent se trouver sous tensions dangereuses à la suite d'une rupture de l'isolation principale ou d'une défaillance d'un seul élément constituant.

Le but de la présente norme est d'éviter un contact de l'opérateur avec:

- des parties nues fonctionnant sous tensions dangereuses;
- l'isolation fonctionnelle ou principale de ces parties, et
- des parties nues fonctionnant sous très basse tension.

Un contact de l'opérateur n'est pas interdit avec:

- des parties nues dans des circuits TBTS;
- des parties nues dans des circuits à limitation de courant;
- l'isolation des parties fonctionnant normalement sous très basse tension dans les conditions spécifiées au paragraphe 2.1.2.

Aucune précaution contre des contacts accidentels du personnel assurant l'entretien n'est exigée pour les circuits secondaires qui fonctionnent sous des tensions inférieures à 42,4 V, valeur de crête en courant alternatif ou 60 V en courant continu avec une ondulation inférieure ou égale à 10%.

2.1.2 Le matériel doit être construit de façon que soit assurée une protection suffisante contre un contact accidentel avec des parties sous très basse tension ou sous tensions dangereuses et, pour le matériel de la classe II et s'il y a lieu, pour le matériel de la classe I, avec des parties conductrices non mises à la terre séparées des parties sous tensions dangereuses par une isolation principale seulement. Cette prescription est applicable à toutes les positions du matériel, équipé de conducteurs et mis en fonctionnement comme en usage normal, même après enlèvement des parties amovibles par l'opérateur, à l'exception des lampes, et les couvercles de la zone d'accès prévue pour l'opérateur étant ouverts.

Cette prescription exclut l'utilisation, dans les zones d'accès par l'opérateur, de types d'éléments fusibles et de disjoncteurs miniatures qui ne pourraient satisfaire à l'essai d'accessibilité au doigt d'épreuve (figure 1, page 120).

*La vérification est effectuée par un examen et par un essai au doigt d'épreuve (figure 1). De plus, les ouvertures des matériels de la classe II et les ouvertures des matériels de la classe I, autres que celles pratiquées dans les parties conductrices reliées à une borne de terre ou à un contact de mise à la terre, doivent être essayées au moyen de la broche d'essai (figure 2, page 120). Le doigt d'essai et la broche doivent être appliqués, sans force appréciable, dans toutes les positions possibles, mais sans incliner le matériel qui est utilisé reposant normalement sur le sol et dont la masse est supérieure à 40 kg.*

*Les essais doivent être effectués, l'accès au matériel étant limité d'après la méthode de fixation de l'équipement, telle qu'indiquée en détail par le constructeur (par exemple, fixation au mur, etc.). Les ouvertures ne permettant pas l'entrée du doigt d'épreuve (figure 1) doivent à nouveau être essayées au moyen d'un doigt d'épreuve de même dimension mais droit et sans jointures, qui est appliqué avec une force de 30 N; si ce dernier doigt d'épreuve pénètre, l'essai avec le doigt d'épreuve (figure 1) est répété, le doigt étant enfoncé dans l'ouverture si nécessaire. Le contact peut être mis en évidence par l'utilisation d'un indicateur de contact électrique.*

Lorsqu'une indication électrique de contact est utilisée, des précautions doivent être prises pour s'assurer que l'application de l'essai ne détériore par les éléments constitutants des circuits électroniques.

## 2. Safe electrical design

### 2.1 Protection against electric shock and energy hazards

#### 2.1.1 Electrical parts are divided into three groups with respect to protection against electric shock:

- parts which operate in SELV circuits or limited current circuits;
- parts which normally operate at hazardous voltages;
- parts which normally operate at ELV and which may assume hazardous voltages due to breakdown of basic insulation or the failure of a single component.

It is the intention of this standard to prevent operator contact with:

- bare parts operating at hazardous voltages;
- the operational or basic insulation of such parts, and
- bare parts normally operating at ELV.

Operator contact is not prohibited to:

- bare parts in SELV circuits;
- bare parts in limited current circuits;
- insulation of parts normally operating at ELV under conditions specified in Sub-clause 2.1.2.

Precautions against accidental contact by the service personnel are not required for any secondary circuits which operate at less than 42.4 V peak a.c. or 60 V d.c. including a ripple of not more than 10%.

#### 2.1.2 Equipment shall be so constructed that there is adequate protection against accidental contact with parts at ELV or hazardous voltages and, for Class II equipment and where applicable in Class I equipment, with unearthed conductive parts separated from parts at hazardous voltages by basic insulation only. This requirement applies for all positions of the equipment when it is wired and operated as in normal use, even after removal of operator detachable parts, except lamps, and with operator access covers open.

This requirement precludes the use in operator access areas of fuse types and miniature circuit breakers which are unable to withstand the accessibility test with the test finger (Figure 1, page 120).

*Compliance is checked by inspection and by a test with the standard test finger (Figure 1). In addition, apertures in Class II equipment and apertures in Class I equipment, other than those in conductive parts connected to an earthing terminal or earthing contact, shall be tested with the test pin (Figure 2, page 120). The test finger and the test pin shall be applied, without appreciable force, in every possible position, except that equipment normally used on the floor and having a mass exceeding 40 kg is not tilted.*

*Testing shall be carried out with access to the equipment limited according to the method of mounting the equipment as detailed by the manufacturer (e.g. wall-mounting, etc.). Apertures preventing the entry of the finger (Figure 1) shall be further tested by means of a straight unjointed version of the test finger which is applied with a force of 30 N; if this finger enters, the test with the finger (Figure 1) is repeated, the finger being pushed through the aperture, if necessary. An electrical contact indicator may be used to show contact.*

Where electrical indication of contact is used, care must be taken to ensure that the application of the test does not damage components of electronic circuits.

*Il ne doit pas être possible de toucher avec le doigt d'épreuve (figure 1, page 120):*

- les parties nues sous très basse tension ou sous des tensions dangereuses;
- l'isolation fonctionnelle ou principale des parties ou du câblage sous très basse tension ou sous des tensions dangereuses, à moins que ce ne soit admis au paragraphe 2.1.2.1.

*De plus, pour le matériel de la classe II et, s'il y a lieu, pour le matériel de la classe I, il ne doit pas être possible de toucher, avec le doigt d'épreuve (figure 1), des parties conductrices non mises à la terre, séparées des parties sous tensions dangereuses par une isolation fonctionnelle ou une isolation principale seulement, ni de toucher avec la broche d'essai (figure 2, page 120) des parties nues sous tensions dangereuses.*

*Des parties sous très basse tension ou sous tensions dangereuses, protégées uniquement par des vernis, de l'émail, du papier ordinaire, du coton, une pellicule d'oxyde, des perles isolantes ou des matériaux de remplissage autres que la résine autodurcissable, doivent être considérées comme des parties nues conductrices.*

*Si des éléments sont réglables, par exemple, pour assurer la tension d'une courroie, l'essai au doigt d'épreuve doit être effectué avec chaque élément constituant réglé dans la position la plus défavorable de la plage de réglage, la courroie étant enlevée à cet effet, si nécessaire.*

2.1.2.1 *Un contact de l'opérateur avec l'isolation des parties internes ou du câblage sous très basse tension est admis pourvu que l'isolation:*

- ne soit pas soumise à une détérioration ou une contrainte et qu'elle n'exige pas d'être tenue à la main par l'opérateur lorsqu'il assure ses fonctions normales d'entretien;
- puisse satisfaire à l'essai de rigidité diélectrique de l'isolation principale sous la tension dangereuse,

*et que l'isolation entre la très basse tension et la tension dangereuse puisse satisfaire à l'essai de rigidité diélectrique de l'isolation supplémentaire sous la tension dangereuse.*

*L'isolation dans ce film doit se composer d'au moins deux couches.*

2.1.3 *Il ne doit pas y avoir de dangers de transfert d'énergie dans une zone d'accès par l'opérateur.*

*La vérification est effectuée au moyen du doigt d'épreuve (figure 1) en position droite appliquée sans force appréciable. Il ne doit pas être possible de court-circuiter avec ce doigt d'épreuve deux parties, dont l'une peut être une partie conductrice mise à la terre, entre lesquelles existe un danger de transfert d'énergie.*

2.1.4 *Pour ce qui concerne les prescriptions électriques de la présente norme, des liquides conducteurs doivent être traités comme des parties conductrices.*

2.1.5 *Les axes des boutons, des poignées, des leviers et des organes de manœuvre analogues ne doivent pas être sous tensions dangereuses.*

*La vérification est effectuée par examen.*

2.1.6 *Les poignées, les leviers et les boutons qui sont tenus ou manœuvrés en usage normal, doivent être soit en matière isolante, soit recouverts de matière isolante, si leurs axes ou leurs moyens de fixation sont susceptibles d'être mis sous tensions dangereuses dans le cas d'un défaut d'isolation. Cette prescription ne s'applique pas aux poignées, aux leviers et aux boutons autres que ceux des éléments constitutifs électriques, pourvu qu'ils soient reliés d'une façon sûre à une borne de terre ou à un contact de terre, soit séparés des parties sous tensions dangereuses par une partie métallique mise à la terre.*

*La vérification est effectuée par examen.*

*It shall not be possible to touch with the test finger (Figure 1, page 120):*

- *bare parts at ELV or hazardous voltages;*
- *the operational or basic insulation of parts or wiring at ELV or hazardous voltages except as permitted in Sub-clause 2.1.2.1.*

*In addition, for Class II equipment and where applicable in Class I equipment, it shall not be possible to touch, with the test finger (Figure 1), unearthed conductive parts separated from parts at hazardous voltages by operational or basic insulation only, nor to touch with the test pin (Figure 2, page 120) bare parts at hazardous voltages.*

*Parts at ELV or hazardous voltages, protected only by lacquer, enamel, ordinary paper, cotton, oxide film, beads or sealing compounds other than self-hardening resin, shall be considered to be bare conductive parts.*

*If components are movable for the purpose of, for instance, belt tensioning, the test with the test finger shall be made with each component in its most unfavourable position within the range of adjustment, the belt being, if necessary, removed for this purpose.*

2.1.2.1 *Operator contact with the insulation of internal parts or wiring at ELV is permitted provided that this insulation is:*

- *not subject to damage or stress nor required to be handled by the operator in performing normal operator functions, and*
- *capable of withstanding the electric strength test for basic insulation at the hazardous voltage,*

*and that the insulation between the ELV and the hazardous voltage is capable of withstanding the electric strength test for supplementary insulation at the hazardous voltage.*

*Insulation in this film should be comprised of at least two layers.*

2.1.3 *There shall be no energy hazard in an operator access area.*

*Compliance is checked by means of the test finger (Figure 1) in straight position applied without appreciable force. It shall not be possible to bridge with this test finger two parts, one of which may be an earthed conductive part, between which an energy hazard exists.*

2.1.4 *With regard to electrical requirements of this standard, conducting liquids shall be treated as conductive parts.*

2.1.5 *Shafts of operating knobs, handles, levers and the like shall not be at hazardous voltages.*

*Compliance is checked by inspection.*

2.1.6 *Handles, levers and knobs, which are held or actuated in normal use, shall be either of insulating material or adequately covered by insulating material, if their shafts or fixings are likely to acquire hazardous voltages in the event of an insulation fault. This requirement does not apply to handles, levers and knobs, other than those of electrical components, provided they are either reliably connected to an earthing terminal or earthing contact or separated from parts at hazardous voltages by earthed metal.*

*Compliance is checked by inspection.*

- 2.1.7 Pour le matériel de la classe II, des condensateurs fonctionnant dans des circuits qui ne sont pas de très basse tension de sécurité ne doivent pas être reliés à des parties conductrices accessibles, et leurs enveloppes, si elles sont conductrices, doivent être séparées des parties conductrices accessibles par une isolation supplémentaire.

*La vérification est effectuée par examen et par les essais spécifiés pour l'isolation supplémentaire.*

- 2.1.8 Le matériel destiné à être relié au circuit d'alimentation au moyen d'une fiche de prise de courant doit être conçu de façon qu'en usage normal il n'y ait pas de risque de choc électrique par des condensateurs chargés en cas de contact avec les broches de la prise de courant.

*La vérification est effectuée par l'essai suivant, qui n'est fait que si la capacité nominale du condensateur est supérieure à 0,1  $\mu$ F. Le matériel doit être mis en fonctionnement sous la tension nominale ou sous la limite supérieure de la plage nominale de tensions. L'interrupteur éventuel FERMÉ/OUVERT du matériel est alors mis dans la position OUVERT et le matériel est séparé de la source d'alimentation à l'aide de la fiche. Une seconde après la séparation, la tension entre les broches de la fiche est mesurée à l'aide d'un appareil qui n'affecte pas sensiblement la valeur à mesurer. Cette tension ne doit pas dépasser 34 V (valeur de crête). L'essai doit être effectué dix fois.*

*L'essai est alors recommencé dix fois avec l'interrupteur du matériel laissé en position FERMÉ.*

- 2.1.9 Dans les zones auxquelles les opérateurs n'ont pas accès, mais qu'il est nécessaire de rendre accessibles au personnel de service pour les opérations d'entretien quand le matériel demeure sous tension, les parties nues travaillant à plus de 42,4 V (valeur de crête) en courant alternatif ou de 60 V en courant continu, et qui ne sont pas reliées à des circuits à limitation de courant, doivent être situées ou protégées de sorte que des contacts involontaires avec celles-ci ne soient pas susceptibles de se produire au cours d'opérations d'entretien intéressant d'autres parties de l'appareil.

Les parties nues qui présentent des risques de transfert d'énergie doivent être situées ou protégées de manière à ne pas être susceptibles de venir en contact avec des matériaux conducteurs qui peuvent être présents au cours des opérations de service.

Les dispositifs de protection requis doivent être aisément amovibles et remplaçables s'il est nécessaire de les enlever pour assurer l'entretien des parties qu'ils protègent.

*La vérification est effectuée par examen.*

## 2.2 Isolation

- 2.2.1 L'isolation électrique doit être obtenue soit en utilisant des matériaux isolants solides ou stratifiés ayant une épaisseur appropriée et des lignes de fuite appropriées le long de leurs surfaces, soit en utilisant des distances dans l'air appropriées, soit par une combinaison de ces deux moyens.

- 2.2.2 Les résistances mécanique, thermique et électrique des matériaux isolants doivent être appropriées.

- 2.2.3 Pour présenter une rigidité diélectrique suffisante, le matériel doit satisfaire aux prescriptions correspondantes conformément au paragraphe 5.3 et, lorsqu'elles sont applicables, aux prescriptions pour les lignes de fuite, les distances dans l'air et les distances à travers l'isolation, conformément au paragraphe 2.9.

L'isolation en couches minces est considérée comme ayant une rigidité diélectrique appropriée lorsque, pour une isolation supplémentaire, au moins deux couches sont utilisées, dont l'une doit satisfaire à l'essai de rigidité diélectrique pour l'isolation supplémentaire et lorsque, pour une isolation renforcée, au moins trois couches sont utilisées, dont deux doivent satisfaire à l'essai de rigidité diélectrique pour l'isolation renforcée.

- 2.2.4 Pour déterminer les tensions d'essai et les dimensions du paragraphe 2.2.3 pour une pièce d'isolation donnée, il faut tenir compte de deux paramètres:

- 2.1.7 For Class II equipment, capacitors operating in non-SELV circuits shall not be connected to accessible conductive parts, and their casings, if conductive, shall be separated from accessible conductive parts by supplementary insulation.

*Compliance is checked by inspection and by the tests specified for supplementary insulation.*

- 2.1.8 Equipment intended to be connected to the supply by means of a plug shall be so designed that in normal use there is no risk of electric shock from charged capacitors when touching the pins of the plug.

*Compliance is checked by the following test, which is performed only if the rated capacitance exceeds  $0.1 \mu\text{F}$ . The equipment shall be operated at rated voltage or at the upper limit of the rated voltage range. The equipment ON/OFF switch, if any, is then moved to the OFF position and the equipment disconnected from the supply by means of the plug. One second after disconnection, the voltage between the pins of the plug is measured with an instrument which does not appreciably affect the value to be measured. This voltage shall not exceed 34 V peak. The test shall be performed ten times.*

*The test shall then be repeated ten times with the equipment switch left ON.*

- 2.1.9 In areas to which operators have no access but where it is necessary for service personnel to have access for maintenance purposes with the equipment switched on, bare parts operating at more than 42.4 V peak a.c. or 60 V d.c. and which are not connected to limited current circuits shall be so located or guarded that unintentional contact with such parts is unlikely during servicing operations involving other parts of the unit.

Bare parts that involve an energy hazard shall be so located or guarded that they are not likely to be bridged by conductive materials that might be present during service operations.

Required guards should be easily removable and replaceable if removal is necessary to service the protected parts.

*Compliance is checked by inspection.*

## 2.2 Insulation

- 2.2.1 Electrical insulation shall be designed either by using solid or laminated insulating materials having adequate thickness and adequate creepage distances over their surfaces or by using adequate clearances through air or by a combination of the two.
- 2.2.2 Electrical, thermal and mechanical strength of insulating materials shall be adequate.
- 2.2.3 For sufficient electric strength, equipment shall comply with the relevant requirements according to Sub-clause 5.3 and, when appropriate, with the requirements for creepage distances, clearances and distance through insulation according to Sub-clause 2.9.

Insulation in thin layers is considered to have adequate dielectric strength when, for supplementary insulation, at least two layers are used of which one layer of the material will pass the electric strength test for supplementary insulation, and when, for reinforced insulation, at least three layers are used, of which two layers of the material will pass the electric strength test for reinforced insulation.

- 2.2.4 For the purposes of determining test voltages and the dimensions of Sub-clause 2.2.3 for a given piece of insulation, two parameters shall be considered:

- l'application (voir paragraphe 2.2.5);
- la tension de service (voir paragraphe 2.2.6).

2.2.5 L'application de l'isolation est considérée comme étant:

- fonctionnelle, ou
- principale, ou
- supplémentaire, ou
- renforcée.

Voir les définitions dans les paragraphes 1.2.9, 1.2.10, 1.2.11 et 1.2.13.

Voici des exemples de situations où ces types d'isolation sont exigés:

*Fonctionnelle:*

- entre parties à des potentiels différents;
- entre très basse tension ou très basse tension de sécurité et parties conductrices mises à la terre.

*Isolation principale:*

- entre parties sous tension dangereuse et parties conductrices mises à la terre;
- entre parties sous tension dangereuse et les circuits à très basse tension de sécurité dont l'intégrité repose sur leur mise à la terre;
- entre les conducteurs d'alimentation primaire et l'écran mis à la terre ou le noyau d'un transformateur primaire;
- entre des parties très basse tension conformes au paragraphe 2.1.2 et des parties conductrices qui ne sont pas mises à la terre ou des circuits à très basse tension de sécurité.

*Isolation supplémentaire:*

- Généralement, entre une partie accessible à l'opérateur et une partie qui pourrait devenir dangereuse en cas de défaillance de l'isolation principale, par exemple:
  - entre la surface externe des poignées, des boutons, des manettes et des organes analogues et leurs axes, à moins que ceux-ci ne soient mis à la terre;
  - entre la masse du matériel et la gaine externe d'un câble souple d'alimentation sur le matériel de la classe II, à l'endroit où le câble pénètre dans l'enveloppe;
  - entre un circuit secondaire flottant qui n'est pas à très basse tension de sécurité et des parties conductrices de la masse non mises à la terre;
  - entre parties à très basse tension non conformes au paragraphe 2.1.2 et des parties conductrices qui ne sont pas mises à la terre ou des circuits à très basse tension de sécurité.

*Isolation renforcée*

- Généralement, entre une partie conductrice accessible par l'opérateur et qui n'est pas mise à la terre et une partie sous tension dangereuse, par exemple:
  - entre un circuit secondaire mis à la terre fonctionnant sous plus de 42,4 V (valeur de crête ou tension continue) et un circuit flottant à très basse tension de sécurité;
  - entre un circuit flottant à très basse tension de sécurité et une partie primaire.

2.2.6 La tension de service de l'isolation autre que celle dans les transformateurs est la tension qui existe à travers l'isolation dans les conditions normales de service. Lorsqu'on utilise la valeur efficace, la forme d'onde est supposée sinusoïdale. Lorsqu'on utilise la valeur continue, il faut prendre en considération la valeur de crête de toute ondulation superposée.

Lorsqu'il est fait usage de la double isolation, il faut prendre comme tension de service à travers la double isolation la tension de service de chacune des couches constituantes de l'isolation principale et de l'isolation supplémentaire.

Lorsqu'un circuit est flottant, c'est-à-dire lorsqu'il n'est pas relié d'une façon telle qu'un potentiel soit établi par rapport à la terre, la tension de service doit être déterminée en supposant que le circuit flottant est mis à la terre au point qui donne la tension de service de l'isolation la plus élevée.

Pour la tension de service des transformateurs de sécurité, voir article C2 de l'annexe C.

- application (see Sub-clause 2.2.5);
- working voltage (See Sub-clause 2.2.6).

#### 2.2.5 Application of insulation is considered to be:

- operational, or
- basic, or
- supplementary, or
- reinforced.

See definitions in Sub-clauses 1.2.9, 1.2.10, 1.2.11 and 1.2.13.

Examples of situations where these types of insulation are required are as follows:

##### *Operational:*

- between parts of different potential;
- between ELV or SELV and earthed conductive parts.

##### *Basic:*

- between parts at hazardous voltage and earthed conductive parts;
- between parts at hazardous voltage and SELV circuits which rely on being earthed for their integrity;
- between primary power conductors and the earthed screen or core of a primary power transformer;
- between ELV complying with Sub-clause 2.1.2 and unearthed conductive parts or SELV circuits.

##### *Supplementary:*

- Generally, between an operator accessible part and a part which could become hazardous in the event of failure of basic insulation, for example:
  - between the outer surface of handles, knobs, grips and the like, and their shafts unless earthed;
  - between the equipment body and the outer cover of a flexible supply cord on Class II equipment, where the cord enters the enclosure;
  - between a floating non-SELV secondary circuit and unearthed conductive parts of the body;
  - between ELV not complying with Sub-clause 2.1.2 and unearthed conductive parts or SELV circuits.

##### *Reinforced:*

- Generally between a non-earthed operator accessible conductive part and a part at hazardous voltage, for example:
  - between an earthed secondary circuit operating at more than 42.4 V peak or d.c. and a floating SELV circuits;
  - between a floating SELV circuit and a primary power part.

#### 2.2.6 Working voltage for insulation other than in transformers is the voltage which exists across the insulation under normal working conditions. Where the r.m.s. value is used, a sinusoidal a.c. waveform shall be assumed. Where the d.c. value is used, the peak value of any superimposed ripple shall be allowed for.

Where double insulation is used, the same working voltage applies to each of the constituent layers of basic and supplementary insulation and shall be taken as the working voltage across the double insulation.

Where a circuit is floating, i.e. not connected in such a way as to establish a potential relative to earth, the working voltage shall be determined by assuming the floating circuit to be earthed at the point by which the highest insulation working voltage is obtained.

For working voltage in safety isolating transformers, see Clause C2 of Appendix C.

2.2.7 Les matériaux isolants assurant la sécurité doivent être appropriés aux conditions climatiques dans lesquelles le matériel doit être utilisé (en accord avec la spécification du constructeur).

Le caoutchouc naturel ne doit pas être utilisé comme isolation.

Le bois, le coton, la soie, le papier ordinaire et les matériaux fibreux ou hygroscopiques analogues ne doivent pas être utilisés comme isolation, à moins qu'ils ne soient imprégnés. Un matériau isolant est considéré comme étant imprégné si les interstices entre ses fibres sont pratiquement remplis par un isolant approprié.

L'amiante est considérée comme un matériau fibreux au sens de la présente prescription.

### 2.3 Circuits à très basse tension de sécurité (TBTS)

2.3.1 Dans un circuit unique à très basse tension de sécurité ou dans des circuits à très basse tension de sécurité interconnectés, la tension entre des parties quelconques du circuit ou entre une partie quelconque du circuit et la terre ou la masse ne doit pas dépasser 42,4 V (valeur de crête ou tension continue) dans les conditions normales.

2.3.2 A moins que le circuit à très basse tension de sécurité ne soit protégé comme décrit dans le paragraphe 2.3.4, il doit être séparé des parties sous très basse tension ou sous tensions dangereuses conformément aux principes ci-après, mis en œuvre comme spécifié au paragraphe 2.3.3.

Il est possible que des connexions accidentelles entre circuits à très basse tension de sécurité et parties sous tensions dangereuses se produisent:

- directement, ou
- indirectement, par l'intermédiaire de parties ou d'enroulements qui ne sont pas sous tensions dangereuses (dangers indirects).

Deux méthodes de séparation entre circuits à très basse tension de sécurité et parties sous tensions dangereuses sont admises:

- au moyen d'une isolation dont les lignes de fuite, les distances dans l'air et l'épaisseur d'isolement sont conformes aux prescriptions pour la double isolation ou l'isolation renforcée appropriée aux tensions de service mises en jeu, ou
- au moyen d'un écran conducteur mis à la terre ou d'autres parties conductrices mises à la terre. L'isolation entre les parties sous tensions dangereuses et les parties mises à la terre doit satisfaire aux prescriptions d'une isolation principale appropriée à la tension de service mise en jeu.

Les règles pour l'application d'une telle séparation sont les suivantes:

Entre TBTS et	Séparation
Danger	Double isolation ou isolation renforcée ou écran conducteur mis à la terre avec isolation principale
<div style="display: flex; align-items: center; justify-content: space-around;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; text-align: center;">DANGER</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; text-align: center;">DANGER INDIRECT</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; text-align: center;">TBTS</div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 5px;"> <span>A</span> <span>B</span> </div>	Isolation supplémentaire en «A» ou «B» et isolation principale en «B» ou «A» de sorte que A + B constituent une double isolation; ou isolation principale en «A» et un écran conducteur mis à la terre en «B»
Toute autre partie	Isolation fonctionnelle

- constituent des dangers, les parties dans:
  - a) des circuits primaires, ou
  - b) des circuits secondaires fonctionnant normalement au-dessus de 42,4 V, valeur de crête ou tension continue, qui ne satisfont pas aux prescriptions pour les circuits à limitation de courant:
- constituent des dangers indirects les parties conductrices qui ne sont pas mises à la terre et qui ne fonctionnent pas normalement sous une valeur supérieure à 42,4 V valeur de crête ou tension continue, mais qui ne sont pas séparées d'une partie constituant un danger par une double isolation ou une isolation renforcée ou par un écran métallique mis à la terre.

2.2.7 Insulation materials assuring safety shall be suited to the climatic environment in which the equipment is to be used (as specified by the manufacturer).

Natural rubber shall not be used as insulation.

Wood, cotton, silk, ordinary paper and similar fibrous or hygroscopic material shall not be used as insulation, unless impregnated. Insulating material is considered to be impregnated if the interstices between the fibres or the material are substantially filled with a suitable insulant.

Asbestos is considered to be fibrous material within the meaning of this requirement.

### 2.3 Safety extra-low voltage (SELV) circuits

2.3.1 In a single SELV circuit or in interconnected SELV circuits, the voltage between any circuit parts or between any circuit part and earth or body shall not exceed 42.4 V peak or d.c. under normal conditions.

2.3.2 Unless the SELV circuit is protected as described in Sub-clause 2.3.4, it shall be separated from parts at ELV or hazardous voltages in accordance with the following principles, implemented as specified in Sub-clause 2.3.3.

It is possible for accidental connection between SELV circuits and parts at hazardous voltages to occur:

- directly, or
- indirectly through parts or windings which are not at hazardous voltages (consequential hazards).

Two methods of separation between SELV circuits and parts at hazardous voltages are recognized:

- by insulation having creepage distances, clearances and thickness through insulation complying with the requirements for double insulation or reinforced insulation appropriate to the working voltages involved, or
- by an earthed conductive screen or other earthed conductive parts. Insulation between the parts at hazardous voltages and the earthed parts shall comply with the requirements for basic insulation appropriate to the working voltage involved.

Rules for the application of such separation are as follows:

Between SELV and	Separation
Hazard	Double or reinforced insulation or earthed conductive screen with basic insulation
Consequential hazard <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; text-align: center;">HAZARD</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; text-align: center;">CONSEQUENTIAL HAZARD</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; text-align: center;">SELV</div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 5px;"> <span>A</span> <span>B</span> </div>	Supplementary insulation at "A" or "B" and basic insulation at "B" or "A" so that A + B is double insulation; or, basic insulation at "A" and an earthed conductive screen at "B"
Any other part	Operational insulation

- Hazards are parts in:
  - a) primary circuits, or
  - b) secondary circuits normally operating over 42.4 V peak or d.c. which do not meet the requirements for limited current circuits.
- Consequential hazards are unearthed conductive parts which do not normally operate at over 42.4 V peak or d.c., but which are not separated from a hazard by double or reinforced insulation or by an earthed metal screen.

2.3.3 Le matériel doit être construit de façon que l'ensemble de ce qui suit soit applicable:

- lorsqu'il existe dans des éléments constitutants et des ensembles à la fois des circuits à très basse tension de sécurité et des parties sous tension dangereuse, ces circuits et ces parties doivent être séparés par une double isolation ou une isolation renforcée ou par des parties conductrices mises à la terre. Les lignes de fuite et les distances entre les circuits doivent satisfaire aux prescriptions spécifiées au paragraphe 2.9 pour le type approprié d'isolation.  
En variante, lorsqu'un circuit à très basse tension de sécurité est protégé comme décrit dans le paragraphe 2.3.4, il peut être séparé des parties sous tension dangereuse par une isolation principale et des lignes de fuite et distances dans l'air conformes aux prescriptions pour l'isolation principale;
- des moyens autres que la pression exercée sur la borne, destinés à éviter le pivotement des cosses et des terminaisons analogues qui réduirait les lignes de fuite et distances entre les circuits TBTS et des parties TBT ou sous tensions dangereuses en dessous des valeurs minimales spécifiées, doivent être prévus;
- dans les prises de courant multibroches et en tout point où un court-circuit peut se produire, des moyens pour éviter un contact entre des parties TBT ou sous tension dangereuse et des circuits TBTS, par suite du desserrage d'une borne ou de la rupture d'un fil à un point de connexion, doivent être prévus;
- des parties non isolées sous très basse tension ou sous tension dangereuse doivent être recouvertes ou protégées par écran ou placées de façon telle qu'un court-circuit accidentel sur les circuits TBTS provoqué, par exemple, par des outils ou le doigt d'épreuve, soit évité;
- il ne doit pas être possible d'accoupler des fiches de prise de courant et des socles de telle manière qu'un circuit à très basse tension soit relié à des parties sous tensions dangereuses. Ceci peut être obtenu par conception du connecteur ou par son emplacement.

Les prescriptions des alinéas 2, 3, 4 et 5, précédés d'un tiret, ci-dessus ne sont pas applicables aux circuits TBT lorsque la conception est telle que les circuits TBTS sont protégés comme décrit dans le paragraphe 2.3.4.

Sauf si le circuit à très basse tension de sécurité est protégé comme décrit dans le paragraphe 2.3.4, les conducteurs des circuits à très basse tension de sécurité doivent être séparés des conducteurs sous tensions dangereuses par l'une des méthodes suivantes:

- séparation permanente par des obstacles, des goulottes ou une fixation appropriée;
- séparation par un écran conducteur mis à la terre;
- séparation par une couche additionnelle d'isolation satisfaisant aux prescriptions pour l'isolation supplémentaire. Ceci peut être réalisé sous forme d'une feuille isolante appliquée soit sur le câblage sous très basse tension de sécurité soit sur les fils sous tension dangereuse;
- isolation de tout le câblage interne réalisée pour la tension de service la plus élevée présente dans l'appareil (voir paragraphe 3.1.5);
- isolation, soit du câblage des circuits TBTS soit du câblage sous tension dangereuse satisfaisant aux prescriptions pour isolation renforcée pour la tension la plus élevée présente dans l'appareil.

2.3.4 Lorsque la séparation entre un circuit TBTS et des parties sous tension dangereuse ne satisfait pas aux prescriptions du paragraphe 2.3.2, le circuit TBTS doit être relié à la terre, ou être muni d'autres dispositifs fiables de protection.

Des dispositifs fiables de protection peuvent être des éléments constitutants ou des circuits tels que: fusibles, disjoncteurs, circuit électronique de protection à surtension, circuit électronique de protection à surintensité.

Cette protection doit assurer qu'en cas de défaut, les parties accessibles à l'opérateur ne risquent pas de dépasser 42,4 V, valeur de crête ou tension continue pendant plus de 0,2 s avec une limite de 65 V, valeur de crête ou tension continue.

2.3.3 Equipment shall be so constructed that all of the following apply:

- where both SELV circuits and parts at hazardous voltage are present in a component or assembly, they shall be separated by double or reinforced insulation or by earthed conductive parts. Creepage distances and clearances between the circuits shall meet the requirements specified in Sub-clause 2.9 for the appropriate type of insulation.

Alternatively where a SELV circuit is protected as described in Sub-clause 2.3.4, it may be separated from parts at hazardous voltage by basic insulation and creepage distances and clearances complying with the requirements for basic insulation;

- means shall be provided, other than terminal pressure, to prevent ring-tongue and similar terminations from pivoting so as to reduce creepage distances and clearances between SELV circuits and parts at ELV or hazardous voltage below the specified minimum values;
- in multiway plugs and sockets and elsewhere where shorting could otherwise occur, means shall be provided to prevent contact between parts at ELV or hazardous voltage and SELV circuits due to loosening of a terminal or breaking of a wire at a termination;
- uninsulated parts at ELV or hazardous voltage shall be covered or shielded or so located as to avoid accidental shorting to SELV circuits, for example, by tools or test probes;
- it shall not be possible to mate plugs and sockets in such a way that a SELV circuit is connected to parts at hazardous voltages. This may be achieved by the design or the location of the connector.

The requirements of dashed paragraphs 2, 3, 4 and 5 above do not apply for ELV circuits where the design is such that the SELV circuits are protected as described in Sub-clause 2.3.4.

Except where the SELV circuit is protected as described in Sub-clause 2.3.4, wiring for SELV circuits shall be separated from wiring at hazardous voltages by one of the following methods:

- permanent separation by barriers, routing, or suitable fixing;
- separation by an earthed conductive screen;
- separation by an additional layer of insulation complying with the requirements for supplementary insulation. This may be in the form of an insulating sheet over either the SELV wiring or over the hazardous voltage wires;
- insulation of all internal wiring to be rated for the highest working voltage present (see Sub-clause 3.1.5);
- insulation on either the wiring of SELV circuits or the wiring at hazardous voltage meeting the requirements for reinforced insulation for the highest voltage present.

2.3.4 Where the separation between a SELV circuit and parts at hazardous voltage does not conform with requirements of Sub-clause 2.3.2, the SELV circuit shall be connected to earth, or provided with another reliable protective means.

Reliable protective means may be components or circuits such as: fuses, circuit breakers, electronic over-voltage protection, electronic over-current protection.

This protection shall ensure that in the event of a fault, operator-accessible parts are prevented from exceeding 42.4 V peak or d.c. for more than 0.2 s with a limit of 65 V peak or d.c.

- 2.3.5 Des dispositifs doivent être prévus pour assurer qu'un circuit TBTS relié à un enroulement sur un transformateur ne puisse être porté à une tension dangereuse à la suite de la rupture de l'isolation principale dans le transformateur.

On doit utiliser un transformateur de sécurité (voir paragraphe 1.5.3) ou bien protéger le circuit TBTS conformément au paragraphe 2.3.4.

- 2.3.6 Les circuits à très basse tension de sécurité ne doivent pas être interconnectés avec d'autres circuits, à moins que la conception ne soit telle que les dispositifs de protection et/ou les limitations relatives de courant et d'impédance empêchent que le circuit à très basse tension de sécurité dépasse 42,4 V (valeur de crête ou tension continue) pendant plus de 0,2 s en cas de défaillance possible de l'isolation ou d'un élément constituant, avec une limite de 65 V (valeur de crête ou tension continue).

Des circuits de commande entre des circuits à très basse tension de sécurité et des enroulements de sortie de transformateurs qui ont une tension de service supérieure à 42,4 V (valeur de crête ou tension continue) sont considérés comme d'autres circuits au sens du présent paragraphe.

- 2.3.7 Les circuits à très basse tension de sécurité ne doivent pas être reliés électriquement au circuit d'alimentation primaire (y compris le neutre) à l'intérieur du matériel.

#### 2.4 Circuits à limitation de courant

- 2.4.1 En régime permanent, le courant mesuré à travers une résistance non inductive de 2000  $\Omega$  connectée entre une partie accessible à l'opérateur d'un circuit à limitation de courant et l'un des pôles d'alimentation du circuit ou la terre, ne doit pas dépasser 0,7 mA (valeur de crête) en alternatif ou 2 mA en tension continue. Pour les fréquences supérieures à 1 kHz, la limite 0,7 mA est multipliée par la valeur de la fréquence en kilohertz, mais ne doit pas dépasser 70 mA (valeur de crête).
- 2.4.2 Pour les parties accessibles à l'opérateur dont la tension ne dépasse pas 450 V (valeur de crête ou tension continue) la capacité du circuit ne doit pas dépasser 0,1  $\mu\text{F}$ .
- 2.4.3 Pour les parties accessibles à l'opérateur dont la tension ne dépasse pas 15 000 V (valeur de crête ou tension continue) la décharge possible ne doit pas dépasser 45  $\mu\text{C}$ .
- 2.4.4 Pour les parties accessibles à l'opérateur dont la tension dépasse 15 000 V (valeur de crête ou tension continue) l'énergie de décharge ne doit pas dépasser 350 mJ.
- 2.4.5 Les circuits à limitation de courant doivent être conçus de façon que les limites spécifiées ci-dessus ne soient pas dépassées dans le cas d'une rupture d'une isolation principale quelconque ou d'une défaillance unique d'un élément constituant.

La séparation entre les circuits à limitation de courant et les circuits sous tension dangereuse doit être conforme à ce qui est décrit dans le paragraphe 2.3.2 pour les circuits à très basse tension de sécurité.

*La vérification est effectuée par examen et par des mesures.*

#### 2.5 Dispositions en vue de la mise à la terre

- 2.5.1 Des parties conductrices accessibles, qui peuvent présenter une tension dangereuse dans le cas d'un défaut de l'isolation principale, doivent être reliées de façon sûre à une borne de terre placée à l'intérieur du matériel. Un tel matériel est considéré comme matériel de la classe I.

Des parties conductrices placées derrière un couvercle qui ne satisfait pas à l'essai du paragraphe 4.2 sont considérées comme étant des parties conductrices accessibles.

Il n'est pas nécessaire que des parties accessibles à l'opérateur, telles que couvercles amovibles, parties conductrices amovibles et parties conductrices isolées, soient mises à la terre à condition qu'elles soient séparées des parties sous tensions dangereuses:

- 2.3.5 Means shall be provided to ensure that a SELV circuit connected to a winding on a transformer does not acquire hazardous voltage due to breakdown of basic insulation in the transformer.

Either a safety isolating transformer (see Sub-clause 1.5.3) shall be used or the SELV circuit shall be protected in accordance with Sub-clause 2.3.4.

- 2.3.6 SELV circuits shall not be interconnected with other circuits unless the design is such that protective devices and/or relative impedance and relative current-carrying capacity prevent the SELV circuit exceeding 42.4 V peak or d.c. for more than 0.2 s in the event of any likely insulation or component failure, with a limit of 65 V peak or d.c.

Control circuits having working voltages in excess of 42.4 V peak or d.c. between SELV circuits and transformer output windings are other circuits in the meaning of this sub-clause.

- 2.3.7 SELV circuits shall not be conductively connected to the primary power supply circuit (including the neutral) within the equipment.

#### 2.4 Limited current circuits

- 2.4.1 The steady-state current drawn through a non-inductive resistor of 2 000  $\Omega$  connected between an operator accessible part of a limited current circuit and either pole of the circuit supply or earth shall not exceed 0.7 mA peak a.c. or 2 mA d.c. For frequencies above 1 kHz, the limit of 0.7 mA is multiplied by the value of the frequency in kilohertz, but shall not exceed 70 mA peak.
- 2.4.2 For operator accessible parts not exceeding 450 V peak or d.c., the circuit capacity shall not exceed 0.1  $\mu\text{F}$ .
- 2.4.3 For operator accessible parts not exceeding 15 000 V peak or d.c., the available stored charge shall not exceed 45  $\mu\text{C}$ .
- 2.4.4 For operator accessible parts exceeding 15 000 V peak or d.c., the available energy shall not exceed 350 mJ.
- 2.4.5 Limited current circuits shall be so designed that the limits specified above are not exceeded in the event of breakdown of any basic insulation or a single component failure.

Segregation of limited current circuits from circuits at hazardous voltage shall be as described in Sub-clause 2.3.2 for SELV circuits.

*Compliance is checked by inspection and measurements.*

#### 2.5 Provisions for protective earthing

- 2.5.1 Accessible conductive parts, which may assume a hazardous voltage in the event of a fault of basic insulation, shall be reliably connected to an earthing terminal within the equipment. Such equipment is considered to be Class I equipment.

Conductive parts behind a cover which does not withstand the test of Sub-clause 4.2 are considered to be accessible.

Operator accessible parts such as removable covers, detachable conductive parts and insulated conductive parts need not be earthed provided that they are separated from parts at hazardous voltages:

- soit par des parties métalliques mises à la terre ou par une isolation solide supplémentaire ou par une isolation renforcée;
- soit par une distance dans l'air d'au moins 13 mm, auquel cas les parties accessibles doivent satisfaire à l'essai du paragraphe 4.2, et toutes les parties concernées doivent être fixées de façon qu'elles ne puissent entrer en contact entre elles par suite de la défaillance de la fixation ou de la terminaison ou d'un déplacement accidentel des couvercles amovibles.

Pour l'application de l'alinéa précédent, le contact avec une isolation fonctionnelle ou principale est considéré comme un contact avec une partie sous tension dangereuse.

Le matériel de la classe II ne doit comporter aucune disposition en vue de la mise à la terre mais il peut être muni de moyens d'assurer la continuité des circuits de protection. Le matériel de la classe II peut être aussi équipé d'une connexion de terre prévue à des fins fonctionnelles, auquel cas le circuit de terre doit être séparé des parties sous tensions dangereuses par une double isolation ou une isolation renforcée.

*La vérification est effectuée par examen.*

#### 2.5.2 Les conducteurs de terre de protection ne doivent comporter aucun interrupteur ni fusible.

Dans le cas d'un système de traitement de l'information composé d'un groupe d'équipements de la classe I et de la classe II, l'interconnexion des équipements doit être telle que la mise à la terre de tous les équipements de la classe I soit assurée, quelle que soit la façon dont les équipements sont disposés dans le système.

Les conducteurs de terre de protection peuvent être nus ou isolés. S'ils sont isolés, la couleur de l'isolation doit être le vert/jaune, sauf dans le cas de tresses dont l'isolation peut être transparente. Des parties conductrices mises à la terre ne doivent pas être reliées électriquement à la borne de neutre, si elle existe.

Les connexions de terre de protection ne doivent pas être telles que la déconnexion du conducteur de terre d'une unité puisse couper la continuité de terre vers d'autres unités, s'il peut en résulter un danger.

Si des parties amovibles par l'opérateur ont une connexion de terre, cette connexion doit être effectuée lors de la mise en place, avant que les connexions actives le soient, et les connexions actives doivent être interrompues, lors de l'enlèvement des parties amovibles, avant la coupure de la connexion de terre.

Les connexions de terre de protection doivent être conçues de telle manière qu'il ne soit pas nécessaire de les débrancher pour l'entretien, sauf pour l'enlèvement de la partie que ces connexions desservent ou quand la suppression de tensions dangereuses sur cette pièce a lieu en même temps.

#### 2.5.3 Les bornes de terre de protection pour des conducteurs d'alimentation fixes ou pour des câbles souples d'alimentation doivent satisfaire aux prescriptions du paragraphe 3.3, mais des bornes sans vis ne doivent pas être utilisées.

Des bornes de terre de protection extérieures ne doivent pas être utilisées pour assurer la continuité de la mise à la terre entre différentes parties du matériel. Les organes de serrage des bornes de terre de protection doivent être protégés efficacement contre un desserrage accidentel et il ne doit pas être possible de les desserrer sans l'aide d'un outil.

*La vérification est effectuée par examen et par un essai à la main.*

En général, les constructions utilisées habituellement pour les bornes transportant le courant, autres que certaines bornes à trou assurent une élasticité suffisante pour que la dernière prescription soit satisfaite; pour d'autres conceptions, des dispositions spéciales, telles que l'utilisation d'une partie suffisamment élastique qui n'est pas susceptible d'être enlevée par inadvertance, peuvent être nécessaires.

- either by earthed metal or solid supplementary or reinforced insulation;
- or by a clearance of not less than 13 mm, in which case the accessible parts shall withstand the test of Sub-clause 4.2 and all related parts shall be fixed in such a way that they cannot come into contact with each other due to a failure of fixing or termination or accidental displacement of removable covers.

For the purpose of the preceding paragraph, contact with operational or basic insulation is regarded as contact with a part at hazardous voltage.

Class II equipment shall have no provision for protective earthing, except that it may be provided with means for maintaining the continuity of protected circuits. Also, Class II equipment may have an earth connection for functional purposes, in which case the earth circuit shall be separated from parts at hazardous voltages by double or reinforced insulation.

*Compliance is checked by inspection.*

#### 2.5.2 Protective earthing conductors shall not contain switches or fuses.

If a data processing system is made up of a group of Class I and Class II equipment, the inter-connection of the equipment shall be such that earthing connection shall be ensured for all Class I equipment irrespective of the arrangement of the equipment in the system.

Protective earthing conductors may be bare or insulated. If insulated, the insulation shall be green/yellow except in case of earthing braids which may use transparent insulation. Earthed conductive parts shall not be electrically connected to the neutral terminal, if any.

Protective earth connections shall not be such that disconnection of a protective earth at one assembly may break the earthing connection to other assemblies, if this may cause a hazard.

If operator detachable parts have an earth connection, this connection shall be made before the current-carrying connections are established when placing the part in position, and the current-carrying connections shall be separated before the earth connection is broken when removing the part.

Protective earth connections shall be so designed that they do not have to be disconnected for servicing other than for the removal of the part which they serve or where removal of hazardous voltages from that part is accomplished at the same time.

#### 2.5.3 Protective earthing terminals for fixed supply conductors or for non-detachable power supply cords shall comply with the requirements for Sub-clause 3.3, but screwless terminals shall not be used.

External protective earthing terminals shall not be used to provide earthing continuity between different parts of the equipment. The clamping means of protective earthing terminals shall be adequately locked against accidental loosening and it shall not be possible to loosen them without the aid of a tool.

*Compliance is checked by inspection and by manual test.*

In general, the design commonly used for current-carrying terminals, other than some terminals of the pillar type, provide sufficient resiliency to comply with the latter requirement; for other designs special provisions, such as the use of an adequately resilient part which is not likely to be removed inadvertently, may be necessary.

- 2.5.4 Les métaux en contact avec les connexions de terre de protection ne doivent pas être sujets à la corrosion causée par une réaction électrochimique, dans toutes les conditions d'environnement prévues dans les feuilles d'instruction, en ce qui concerne le fonctionnement, le magasinage ou le transport.

La borne de terre de protection doit être résistante à une corrosion significative. La résistance à la corrosion peut être obtenue par un procédé approprié de placage ou de recouvrement. Si le corps des bornes de terre de protection fait partie d'une ossature ou d'une enveloppe en alliage d'aluminium, des précautions doivent être prises pour éviter le risque de corrosion résultant du contact entre l'ossature et le cuivre ou ses alliages.

*La vérification est effectuée par examen.*

- 2.5.5 La connexion entre la borne de terre de protection ou le contact de terre et les parties qui doivent y être reliées doit être de faible résistance.

*La vérification est effectuée par l'essai suivant:*

*Le courant d'essai doit être égal à 1,5 fois la capacité en courant de tout circuit sous tension dangereuse à l'endroit où une défaillance de l'isolation principale rendrait active la partie conductrice accessible mise à la terre. La tension d'essai ne doit pas dépasser 12 V et le courant d'essai peut être alternatif ou continu. Lorsqu'il est clair que le contact de terre et les parties associées sont correctes, on peut utiliser un appareil d'essai 25 A, 12 V alternatif.*

*La chute de tension doit être mesurée entre la borne de terre de protection ou le contact de terre et les parties qui doivent être mises à la terre et la résistance est calculée à partir du courant et de cette chute de tension. La résistance du conducteur de terre de protection du câble d'alimentation n'est pas comprise dans la mesure de la résistance.*

*Sur les matériels de grandes dimensions, où le raccordement de la terre de protection à un sous-ensemble est réalisé au moyen d'un seul conducteur d'un câble multiconducteur assurant l'alimentation de ce sous-ensemble à partir du réseau, la résistance du conducteur de terre de protection du câble d'alimentation n'est pas comprise dans la mesure de la résistance, pourvu que le câble soit protégé par un dispositif convenable contre les surintensités de caractéristiques nominales appropriées.*

*En aucun cas, la résistance ne doit dépasser 0,1  $\Omega$ .*

*On prend soin que la résistance de contact entre l'extrémité de la sonde de mesure et la partie conductrice en essai n'influence pas les résultats de l'essai.*

## 2.6 Isolement de la source d'alimentation primaire

- 2.6.1 Un dispositif de coupure doit être prévu pour séparer le matériel de son alimentation en vue de l'entretien.

Ce dispositif de coupure doit avoir une distance entre contacts d'au moins 3 mm et, lorsqu'il est intégré au matériel, il doit être connecté aussi près que possible de l'arrivée de l'alimentation.

Les parties restant actives après coupure de l'alimentation doivent être protégées pour éviter un contact accidentel du personnel chargé de l'entretien.

Lorsqu'un équipement, ou un groupe d'équipements, doit être relié en permanence au réseau d'alimentation, le dispositif de coupure doit être intégré au matériel, à moins que celui-ci ne soit accompagné d'une notice d'installation dans laquelle il est indiqué que ce dispositif de coupure doit être prévu comme faisant partie de l'installation, conformément au paragraphe 1.7.10.

Il n'est pas nécessaire de fournir avec le matériel des dispositifs de coupure externe.

Lorsqu'il est fait usage d'un interrupteur d'isolement, celui-ci ne doit pas être monté sur un câble souple.

- 2.5.4 The metals in contact at protective safety earth connections shall not be subject to corrosion due to electrochemical action in any working, storage and transport environment conditions as specified in the instruction sheets.

The protective earthing terminal shall be resistant to significant corrosion. Corrosion resistance may be achieved by a suitable plating or coating process. If the body of the protective earthing terminals is a part of a frame or enclosure of aluminium alloy, precautions shall be taken to avoid the risk of corrosion resulting from contact between the frame and copper or its alloys.

*Compliance is checked by inspection.*

- 2.5.5 The connection between the protective earthing terminal or contact, and parts required to be earthed, shall be of low resistance.

*Compliance is checked by the following test:*

*The test current shall be 1.5 times the current capacity of any hazardous voltage circuit at the point where a basic insulation failure would make the earthed conductive part assume a potential. The test voltage shall not exceed 12 V and the test current may either be a.c. or d.c. When it is obvious that the earthing contact and associated parts are adequate, a 25 A, 12 V a.c. tester can then be used.*

*The voltage drop between the protective earthing terminal or earthing contact and the parts required to be earthed shall be measured and the resistance calculated from the current and this voltage drop. The resistance of the protective earthing conductor of the power supply cord is not included in the resistance measurement.*

*On large equipment where the protective earth connection to a sub-assembly is by means of one core of a multicore cable supplying mains power to that sub-assembly, the resistance of the protective earthing conductor of the power supply cord is not included in the resistance measurement, provided that the cable is protected by a suitably rated overcurrent device.*

*In no case shall the resistance exceed 0.1  $\Omega$ .*

*Care must be taken that the contact resistance between the tip of the measuring probe and the conductive part under test does not influence the test results.*

## 2.6 Primary power isolation

- 2.6.1 A disconnect device shall be provided to disconnect the equipment from the supply for servicing.

This disconnect device shall have a contact separation of at least 3 mm, and when incorporated in the equipment, shall be connected as closely as practicable to the incoming supply.

Parts that may assume a potential when the disconnect device is switched off shall be shielded to prevent accidental contact by service personnel.

Where equipment or a group of several pieces of equipment is to be permanently connected to the supply, the disconnect device shall be incorporated in the equipment, unless the equipment is accompanied by installation instructions stating that the disconnect device shall be provided as part of the building installation in accordance with Sub-clause 1.7.10.

External disconnect devices will not necessarily be supplied with the equipment.

When an isolating switch is used, it shall not be fitted in a flexible cord.

Les prescriptions relatives aux dispositifs de coupure ne sont pas applicables aux interrupteurs fonctionnels lorsque d'autres moyens d'isolement sont prévus.

Au sens du présent paragraphe, voici des exemples de dispositifs de coupure:

- la fiche du câble souple d'alimentation du matériel raccordé par prise de courant;
- des interrupteurs d'isolement;
- des disjoncteurs;
- tout dispositif équivalent offrant un degré de sécurité égal aux moyens précédents.

Les prescriptions pour les dispositifs de coupure sont encore à l'étude. Des dispositifs conformes à la Publication 328 de la CEI: Spécifications pour les interrupteurs et commutateurs pour appareils, sont considérés comme étant suffisants.

- 2.6.2 Pour le matériel monophasé, le dispositif de coupure doit déconnecter simultanément les deux pôles, sauf qu'il n'est pas nécessaire de déconnecter un neutre mis à la terre, s'il peut être identifié de façon sûre.

Les deux exemples suivants représentent des cas où un dispositif à coupure bipolaire est exigé:

- matériel alimenté à partir d'un schéma IT;
- matériel alimenté par une fiche de prise de courant réversible (à moins que la fiche ne soit utilisée comme dispositif de coupure).

Pour le matériel triphasé, le dispositif de coupure doit déconnecter simultanément tous les pôles actifs de l'alimentation. Le neutre d'un schéma IT est considéré comme un pôle actif.

Si un dispositif de coupure quelconque coupe le neutre, il doit couper simultanément tous les pôles.

- 2.6.3 Pour le matériel à raccorder par prise de courant, la fiche du câble souple d'alimentation peut être utilisée comme dispositif de coupure. Dans ce cas, la notice d'installation doit être conforme au paragraphe 1.7.10.

Pour le matériel de la classe I à raccorder par prise de courant en branchant et en débranchant la fiche (ou la partie mobile du connecteur, s'il existe), la mise à la terre de protection doit se faire avant la connexion des phases et la déconnexion de la terre doit se faire après la déconnexion des phases.

- 2.6.4 Lorsqu'un groupe d'équipements munis de moyens de connexion individuels soit par prise de courant, soit reliés à demeure, sont interconnectés de telle manière que des tensions dangereuses ou des niveaux d'énergie dangereux peuvent être transmis d'un équipement à l'autre, un dispositif de coupure doit être prévu pour couper les parties dangereuses susceptibles d'être touchées pendant l'entretien de l'équipement considéré, à moins que ces parties ne soient protégées et ne portent des étiquettes d'avertissement appropriées. De plus, une étiquette en évidence doit être prévue sur chaque équipement donnant des instructions appropriées pour couper toute l'alimentation de l'équipement.

- 2.6.5 Lorsqu'un équipement reçoit de l'énergie de plus d'une source (par exemple dans le cas de différentes tensions ou fréquences ou d'une puissance trop élevée), un marquage doit être placé en évidence à chaque dispositif de coupure donnant des instructions appropriées pour couper toute l'alimentation de l'équipement.

Lorsque l'équipement est muni de plusieurs de ces dispositifs de coupure, tous ces dispositifs doivent être regroupés. Il n'est pas nécessaire qu'ils soient très proches les uns des autres ni qu'ils soient en interconnexion mécanique.

## 2.7 Protection des conducteurs internes

- 2.7.1 Tous les conducteurs internes, y compris les barres d'alimentation et les câbles d'interconnexion utilisés pour la distribution de l'énergie primaire, doivent être protégés contre les surintensités et les courts-circuits par des dispositifs de protection de caractéristiques nominales appropriées. Ces derniers peuvent être introduits comme parties intégrantes du matériel ou comme parties de l'installation du bâtiment.

The requirements for disconnect devices do not apply to functional switches where other means of isolation are provided.

Examples of disconnect devices within the meaning of this sub-clause are:

- the plug on the power supply cord of pluggable equipment;
- isolating switches;
- circuit breakers;
- any equivalent device offering an equal degree of safety to the above.

Requirement for disconnect devices are still under consideration. Devices complying with IEC Publication 328: Specifications for Switches for Appliances, are considered to be sufficient.

- 2.6.2 For single-phase equipment, the disconnect device shall disconnect simultaneously both poles, except that where an earthed neutral can be reliably identified, it need not be disconnected.

Two examples of cases where a two-pole disconnect device is required are for equipment supplied:

- from an IT power system;
- through a reversible plug (unless the plug is used as a disconnect device).

For three-phase equipment, the disconnect device shall disconnect simultaneously all live poles of the supply. The neutral of an IT system is considered to be a live pole.

If any disconnect device interrupts the neutral, it shall simultaneously interrupt all poles.

- 2.6.3 For pluggable equipment, the plug on the power supply cord may be used as the disconnect device. In this case the installation instructions shall comply with Sub-clause 1.7.10.

For Class I pluggable equipment, when connecting and disconnecting the supply plug (and the appliance coupler, if any), the protective earthing connection shall be made earlier than the phase connection and shall disconnect later than the phase disconnection.

- 2.6.4 Where a group of equipment having individual pluggable or permanent supply connections is interconnected in such a way that hazardous voltage or energy levels may be transmitted between equipment, a disconnect device shall be provided to disconnect hazardous parts likely to be contacted while the equipment under consideration is being serviced, unless these parts are shielded and marked with appropriate warning labels. In addition, a prominent label shall be provided on each equipment giving adequate instructions for the removal of all power from the equipment.

- 2.6.5 Where equipment receives power from more than one source (e.g. different voltages/frequencies or as redundant power), there shall be a prominent marking at each disconnect device giving adequate instructions for the removal of all power from the equipment.

When more than one such disconnect device is provided on equipment, all these devices shall be grouped together. It is not necessary that they be in close proximity to one another nor that they be mechanically interconnected.

## 2.7 Protection of internal wiring

- 2.7.1 All internal wiring including busbars and interconnecting cables used in the distribution of primary power shall be protected against excess current and short circuit by suitably rated protection devices. These may be included as integral parts of the equipment or as parts of the building installation.

De courtes longueurs de conducteurs qui ne sont pas directement impliqués dans le parcours de distribution sont exemptées de cette prescription lorsqu'on peut montrer qu'il n'y a pas de risques du point de vue de la sécurité (par exemple, circuits de signalisation).

Des dispositifs de protection contre les surcharges des éléments constituants peuvent également assurer la protection des conducteurs associés. Des dérivations internes peuvent nécessiter une protection individuelle compte tenu de la réduction de la section et de la longueur des conducteurs.

2.7.2 Pour le matériel de la classe I, des dispositifs assurant la protection contre les défauts à la terre doivent être connectés dans tous les conducteurs de phase de l'alimentation. Si l'un de ces dispositifs coupe le conducteur neutre il doit également couper simultanément tous les autres conducteurs d'alimentation. Voici des exemples des systèmes d'alimentation les plus fréquents:

*DISPOSITIFS ASSURANT LA PROTECTION CONTRE LES DÉFAUTS À LA TERRE*

Systèmes d'alimentation	Nombre de conducteurs d'alimentation	Nombre minimal de coupe-circuit à fusibles ou de pôles de disjoncteur	Emplacement
Monophasé avec neutre à la terre identifié d'une façon sûre <sup>2)</sup>	2	1	Sur le conducteur de phase
Autres monophasés	2	2 <sup>3)</sup>	Sur les deux conducteurs
Triphasé	3	3	Sur tous les conducteurs
Triphasé avec neutre à la terre	4	3 <sup>1)</sup>	Sur tous les conducteurs de phase
Triphasé avec neutre impédant	4	4	Sur tous les conducteurs

<sup>1)</sup> Ne s'applique que si le conducteur neutre a la même section que les conducteurs de phase. Si le conducteur de neutre a une section plus faible que le conducteur de phase, il est nécessaire de prévoir un disjoncteur quadripolaire.

<sup>2)</sup> Egalement applicable aux réseaux monophasés avec neutre à la terre lorsqu'il est prévu un dispositif de protection dans le conducteur de phase de l'installation d'un bâtiment. Voir également le paragraphe 2.7.5.

<sup>3)</sup> La possibilité de permettre l'utilisation d'un seul coupe-circuit à fusible sur des équipements «autres monophasés», lorsque le fusible en question n'assure pas la protection contre les défauts à la terre de l'appareil dans lequel il est installé reste à l'étude. Il peut toutefois assurer la protection contre les défauts à la terre de certains éléments internes à l'appareil.

2.7.3 Dans les cas où les défauts à la terre sont improbables (par exemple matériel de la classe II), le nombre minimal suivant de dispositifs de protection doit être prévu dans les circuits d'alimentation primaire aux emplacements indiqués.

Systèmes d'alimentation	Nombre de conducteurs d'alimentation	Nombre minimal de coupe-circuit à fusibles ou de pôles de disjoncteur	Emplacement
Phase-neutre ou phase-phase	2	1	Sur l'un ou l'autre des conducteurs
Triphasé	3	2	Sur deux des conducteurs
Triphasé avec neutre	4	3 <sup>1)</sup>	Sur chaque conducteur de phase

<sup>1)</sup> Ne s'applique que si le conducteur neutre a la même section que les conducteurs de phase. Si le conducteur de neutre a une section plus faible que le conducteur de phase, il est nécessaire de prévoir un disjoncteur quadripolaire.

Short runs of wiring not directly involved in the distribution path are exempt from this requirement where it can be shown that no safety hazard is involved (e.g. indicating circuits).

Devices for overload protection of components may also provide protection of associated wiring. Internal branch circuits may require individual protection depending on reduced wire size and length of conductors.

2.7.2 For Class I equipment, protection devices which protect against earth faults shall be connected in all phase conductors of the supply. If any such device interrupts the neutral conductor, it shall also interrupt all other supply conductors simultaneously. Examples for the commonest supply systems are as follow:

*DEVICES AFFORDING PROTECTION AGAINST EARTH FAULTS*

Supply system	Number of supply conductors	Minimum number of fuses or circuit breaker poles	Location
Single phase with earthed neutral reliably identified <sup>2)</sup>	2	1	Phase conductor
Other single phase	2	2 <sup>3)</sup>	Both conductors
Three-phase	3	3	All conductors
Three-phase earthed neutral	4	3 <sup>3)</sup>	All phase conductors
Three-phase, IT system	4	4	All conductors

<sup>1)</sup> Applies only if neutral is the same size as the phase conductor. If the neutral conductor is smaller than the phase conductors, a four-pole circuit breaker is required.

<sup>2)</sup> Applies also to a single-phase supply system with earthed neutral where a protective device in the phase conductor of the building wiring is provided. See also Sub-clause 2.7.5.

<sup>3)</sup> Consideration is being given to permit the use of single fuses in "other single-phase" equipment when the fuse in question does not provide earth fault protection for the equipment in which it is installed. It may, however, provide earth fault protection for components installed within the equipment.

2.7.3 In situations where earth faults are unlikely (e.g. Class II equipment), the following minimum number of protection devices shall be provided in primary power circuits in the locations stated.

Supply system	Number of supply conductors	Minimum number of fuses or circuit breaker poles	Location
Phase-neutral or phase-phase	2	1	Either conductor
Three-phase	3	2	Any two conductors
Three-phase and neutral	4	3 <sup>1)</sup>	Each phase conductor

<sup>1)</sup> Applies only if neutral is the same size as the phase conductor. If the neutral conductor is smaller than the phase conductors, a four-pole circuit breaker is required.

- 2.7.4 Tous les dispositifs de protection qui n'ont pas le pouvoir de coupure correspondant au courant de court-circuit présumé doivent être pourvus, à tour de rôle, de relais à maxima à constante de temps.
- 2.7.5 Si l'une quelconque des protections exigées dans le paragraphe 2.7 est obtenue par des dispositifs de protection incorporés dans l'installation du bâtiment, ceci doit être spécifié dans la notice d'installation.

Dans le cas du matériel monophasé qui doit être relié à des prises d'alimentation normales, il est supposé que l'installation du bâtiment procure la protection qui correspond aux caractéristiques nominales du socle mural et à un relais à maxima à constante de temps approprié.

2.7.6 Les systèmes de protection doivent:

- fonctionner automatiquement à des valeurs de courant qui correspondent de façon satisfaisante au courant nominal de sécurité des circuits;
- pouvoir couper de manière sûre le courant maximal de défaut susceptible de se présenter, compte tenu du relais à maxima à constante de temps qui est prévu ou spécifié;
- être construits et positionnés de façon que leur fonctionnement n'entraîne pas de danger;
- être construits et positionnés de façon que leurs caractéristiques ne soient pas diminuées par les conditions normales de fonctionnement;
- être montés conformément aux instructions, si des positions de montage spéciales sont exigées.

Plusieurs dispositifs de protection peuvent être combinés dans un seul élément constituant.

## 2.8 Verrouillage de sécurité

2.8.1 Des verrouillages de sécurité doivent être prévus lorsqu'un accès est nécessaire dans des zones qui présentent normalement des dangers au sens de la présente norme. L'accès peut être obtenu par enlèvement de couvercles, ouverture d'enveloppes ou retrait de parties d'enveloppes (portes, boîtiers, couvercles et analogues).

2.8.2 Les verrouillages de sécurité doivent être prévus de façon que le risque soit réduit à un niveau acceptable avant que le couvercle, la porte, etc. ne se trouvent dans une position quelconque permettant le contact du doigt d'épreuve (figure 1, page 120) avec des parties dangereuses.

- Pour les parties sous tensions dangereuses, la conception doit être telle que l'enlèvement, l'ouverture ou le retrait:
  - nécessite la mise hors tension préalable de telles parties, ou
  - amorce la déconnexion automatique de l'alimentation de telles parties.
- Dans le cas où la capacité du circuit pourrait, par ailleurs, causer la persistance d'une tension dangereuse ou d'un danger de transfert d'énergie entre des parties accessibles à l'opérateur après le fonctionnement d'un interrupteur de verrouillage de protection, un moyen de décharge doit être prévu de manière à assurer que la tension ne dépasse pas 42,4 V (valeur de crête ou tension continue) et le niveau d'énergie 20 J, 5 s après le fonctionnement de l'interrupteur de verrouillage.
- Pour les parties mobiles, la conception doit être telle que l'enlèvement, l'ouverture ou le retrait:
  - nécessite la réduction préalable du mouvement à un niveau non dangereux, ou
  - amorce la réduction automatique du mouvement à un niveau non dangereux.

2.8.3 Les verrouillages de sécurité doivent être construits de telle façon qu'un retour par inadvertance du danger soit improbable lorsque les couvercles, dispositifs de protection, portes, etc. ne sont pas en

- 2.7.4 All protective devices which are not capable of breaking the prospective short-circuit fault current shall be provided in turn with appropriate short-circuit back-up protection.
- 2.7.5 If any protection required by Sub-clause 2.7 is obtained from protection devices which are part of the building installation, they shall be specified in the installation instruction.

For single-phase equipment to be connected to standard supply outlets, it is assumed that the building installation provides protection in accordance with the rating of the wall outlet and appropriate back-up protection.

2.7.6 Protection systems shall:

- operate automatically at current values which are suitably related to the safe current ratings of the circuits;
- be capable of reliably breaking the maximum fault current which may flow, having regard to the back-up protection which is provided or specified;
- be so constructed and positioned that their operation does not cause a hazard;
- be so constructed and positioned that their characteristics are not adversely affected by normal operating conditions;
- be mounted as specified if requiring special mounting positions.

Two or more protection devices may be combined in one component.

## 2.8 *Safety interlocks*

- 2.8.1 Safety interlocks shall be provided where operator access is required to areas normally presenting hazards within the meaning of this standard. Access may be gained by removal of covers, opening of enclosures, or withdrawal of parts of enclosures (doors, casings, lids, covers and the like).
- 2.8.2 Safety interlocks shall be so designed that the hazard will be reduced to an acceptable level before the cover, door, etc. is in any position that will permit contact of the test finger (Figure 1, page 120) with hazardous parts.
- For parts at hazardous voltages the design shall be such that removal, opening or withdrawal:
    - necessitates previous de-energization of such parts, or
    - initiates automatic disconnection of the supply to such parts.
  - Where circuit capacitance might otherwise cause a hazardous voltage or energy hazard to persist between operator accessible parts, after operation of a guard interlock switch, a means of discharge shall be provided to ensure that the voltage does not exceed 42.4 V peak or d.c. and the energy level does not exceed 20 J, 5 s after operation of the interlock switch.
  - For moving parts the design shall be such that removal, opening or withdrawal:
    - necessitates previous reduction of movement to a safe level, or
    - initiates automatic reduction of movement to a safe level.
- 2.8.3 Safety interlocks shall be designed so that inadvertent reactivation of the hazard is unlikely to occur when covers, guards, doors, etc. are not in the closed position. Any operator accessible

position fermée. Tout verrouillage accessible à l'opérateur qui peut être mis en fonctionnement au moyen du doigt d'épreuve normalisé (figure 1, page 120) est considéré comme étant susceptible de provoquer un retour par inadvertance du danger.

2.8.4 Lorsqu'il peut être nécessaire au personnel chargé de l'entretien d'effectuer un réenclenchement forcé d'un verrouillage de sécurité, le système de réenclenchement forcé doit:

- nécessiter un effort volontaire pour fonctionner;
- reprendre sa position automatiquement ou nécessiter une remise en position par le personnel chargé de l'entretien pour la remise en état du fonctionnement normal du matériel;
- nécessiter un outil pour fonctionner lorsqu'il est situé dans la zone d'accès de l'opérateur. Pour l'application de la présente prescription, il ne doit pas être fait usage de dispositifs de réenclenchement forcé du type à fente, manœuvrables au moyen d'objets facilement à portée de main, comme une pièce de monnaie;
- ne pas être utilisé pour contourner un verrouillage de sécurité contre un danger important (tel qu'une source lumineuse occasionnant un dommage oculaire permanent).

2.8.5 La conception du matériel doit assurer que lorsque les dispositifs de protection, les portes, etc., protégés par un verrouillage sont ouverts, un danger imprévu ne doit pas se présenter pour l'opérateur ou le personnel chargé de l'entretien.

Des dangers imprévus peuvent être provoqués par des dispositifs thermiques à réenclenchement automatique ou par des démarrages à distance et programmés.

2.8.6 La conception du verrouillage doit être telle qu'une panne éventuelle du dispositif utilisé ne crée pas un danger au sens de la présente norme.

Lorsque la conception ne garantit pas la sécurité en cas de panne un examen du verrouillage, du matériel, des schémas du circuit et des données disponibles doit permettre de conclure qu'une telle panne n'est pas susceptible de se produire pendant la vie normale du produit, ni d'entraîner de risques graves.

*La vérification est effectuée, dans le cas des dispositifs de verrouillage mécaniques, par examen ou en faisant fonctionner le dispositif de verrouillage 10 000 fois sans défaillance. Des dispositifs de verrouillage simulés peuvent être utilisés lorsque l'essai est nécessaire.*

2.9 *Lignes de fuite, distances dans l'air et distances à travers l'isolation*

2.9.1 Les prescriptions de ce paragraphe ne s'appliquent qu'aux circuits où un défaut d'isolation peut causer un danger.

Des prescriptions pour des espacements dans les circuits secondaires sont à l'étude.

2.9.2 Les distances d'isolement doivent correspondre à l'application spécifiée dans le paragraphe 2.2.5 et à la tension de service spécifiée dans le paragraphe 2.2.6, conformément au tableau suivant.

Des lignes de fuite et des distances dans l'air inférieures à celles qui sont exigées dans le tableau sont admises pour l'isolation fonctionnelle, pour autant que le matériel ne présente aucun défaut au sens de la présente norme si elles sont court-circuitées successivement, et si elles satisfont aux prescriptions concernant la rigidité diélectrique de l'isolation principale du paragraphe 5.3.3.

Dans le cas où il n'est pas spécifié de ligne de fuite, de distance dans l'air ou de distance à travers l'isolation et au-dessus de 4 000 V (valeur de crête ou tension continue), la conformité à l'essai de rigidité diélectrique du paragraphe 5.3 est exigée.

interlock which can be operated by means of the test finger (Figure 1, page 120) is considered as likely to cause inadvertent reactivation of the hazard.

2.8.4 Where it may be necessary for service personnel to override a safety interlock, the override system shall:

- require an intentional effort to operate;
- be self-restoring or require restoration by service personnel to restore the equipment to normal operation;
- require a tool for operation when in operator access areas: For the purpose of this requirement, slotted-type override devices operable with commonly available objects such as coins shall not be used;
- not be used to bypass a safety interlock for an extreme hazard (such as a light source that would cause permanent eye damage).

2.8.5 The equipment design shall ensure that with interlocked guards, doors, etc. open, no unexpected hazard shall occur to the operator or service personnel.

Unexpected hazards may be caused by automatic reset thermal devices or by remote and programmed starts.

2.8.6 The design of the interlock shall be such that the probable failure mode(s) shall not create a hazard within the meaning of this standard.

Where the design is not fail-safe, an assessment of the interlock, equipment, circuit diagrams and available data shall result in the conclusion that the failure mode is not likely to occur during the normal life of the products, nor allow extreme hazard.

*Compliance is checked for mechanical interlock devices by examination or by cycling the interlock device through 10000 operations without failure. Simulated interlock devices may be used where testing is necessary.*

2.9 *Creepage distances, clearances and distances through insulation*

2.9.1 The requirements of this sub-clause apply only to circuits where breakdown of insulation may result in a hazard.

Spacing requirements for secondary circuits are under consideration.

2.9.2 Insulation distances shall be dimensioned according to the application as specified in Sub-clause 2.2.5 and working voltage as specified in Sub-clause 2.2.6, in accordance with the following table.

Creepage distances and clearances smaller than those required in the table are allowed for operational insulation, provided the equipment does not show any defect within the meaning of this standard if they are consecutively short-circuited, and they meet the electric strength test requirements for basic insulation in Sub-clause 5.3.3.

In cases where no creepage distance, clearance or distance through insulation is specified and above 4000 V peak or d.c., compliance with the electric strength test in Sub-clause 5.3 is required.

Tension de service (V)		Valeurs minimales pour les distances d'isolement <sup>6) 7) 8)</sup> (mm)											
		Fonctionnelle			Principale			Supplémentaire			Renforcée		
Alternative (valeur efficace)	Valeur de crête ou tension continue	Cl.	Cr.	Th <sup>5)</sup>	Cl.	Cr.	Th <sup>5)</sup>	Cl.	Cr.	Th	Cl.	Cr.	Th
50	71	Pas de prescription			Pas de prescription								
130	185	1,5(1)	2 <sup>2)</sup> (1) <sup>1)</sup>		1,5(1) <sup>1)</sup>	2(1,5) <sup>1)</sup>		4	4	1 <sup>5)</sup>	8 <sup>4)</sup>	8 <sup>4)</sup>	2 <sup>5)</sup>
250	350	2,5 <sup>3)</sup> (2) <sup>1)</sup>	3 <sup>3)</sup> (2) <sup>1)</sup>		3 <sup>3)</sup> (2) <sup>1)</sup>	4 <sup>3)</sup> (3) <sup>1)</sup>		4	4	1 <sup>5)</sup>	8 <sup>4)</sup>	8 <sup>4)</sup>	2 <sup>5)</sup>
440	620	3(2) <sup>1)</sup>	4(2) <sup>1)</sup>		3	4					8	10	
570	800	4	5		4	5					8	10	
710	1 000	4	6		4	6					8	12	
890	1 250	4,5	8		4,5	8					9	16	
1 000	1 400	5,5	9		5,5	9					11	18	
1 140	1 600	7	10		7	10					14	20	
1 280	1 800	8	11		8	11					16	22	
1 420	2 000	9	11,5		9	11,5					18	23	
1 560	2 200	10	12		10	12					20	24	
1 780	2 500	11	13		11	13					22	26	
1 990	2 800	12	14		12	14					24	28	
2 260	3 200	13	14,5		13	14,5					26	29	
2 560	3 600	14	15,5		14	15,5					28	31	
2 840	4 000	14,5	16,5		14,5	16,5					29	33	
au-dessus de 2 840	4 000	15,5	17,5		15,5	17,5					31	35	

Cl. = ligne de fuite Cr. = distance dans l'air Th = distance à travers l'isolation

- 1) Les valeurs entre parenthèses s'appliquent lorsque l'isolation est protégée contre la pollution. En général, l'intérieur d'un matériel ayant une enveloppe le protégeant suffisamment contre les poussières est considéré comme protégé contre la pollution, pourvu que le matériel ne produise pas lui-même de poussière; il n'est pas exigé que le matériel soit hermétique.
- 2) 1,5 mm lorsque la partie est un enroulement émaillé.
- 3) 2 mm lorsque la partie est un enroulement émaillé.
- 4) 6 mm lorsque la partie est un enroulement émaillé.
- 5) Voir la note du paragraphe 2.2.3.
- 6) Les prescriptions de ce tableau ne s'appliquent pas aux circuits imprimés enrobés, ailleurs que pour des applications dans le circuit primaire.
- 7) Pour la distance à travers l'isolation pour les transformateurs, voir le paragraphe 2.9.4.
- 8) Ne sont pas applicables aux distances à travers l'isolation des enroulements; voir paragraphes 2.1.2.1, 3.1.5, 3.2.4 et à certaines parties internes dans les conditions spécifiées au paragraphe 2.1.2.1.

*La vérification est effectuée par des mesures, en tenant compte des figures F1 à F11, pages 172 à 178. Une distance dans l'air de moins de 1 mm (0,25 mm en l'absence de pollution) n'est pas prise en considération pour l'évaluation de la distance dans l'air totale.*

*Les mesures sont effectuées:*

- les courroies éventuelles étant en place, les dispositifs destinés à faire varier la tension des courroies étant réglés à la position la plus défavorable, et
- les courroies étant enlevées.

*Les parties mobiles sont placées dans la position la plus défavorable; les écrous et les vis à tête non circulaire sont présumés serrés dans la position la plus défavorable.*

*Il est tenu compte de la présence de revêtements intérieurs isolants sur les enveloppes ou couvercles conducteurs.*

*Pour le matériel équipé de câbles souples d'alimentation fixés à demeure les mesures sont effectuées avec des conducteurs d'alimentation de la plus forte section spécifiée dans le paragraphe 3.3.5 et aussi sans conducteurs.*

Working voltage (V)		Minimum values for insulation distance <sup>6) 7) 8)</sup> (mm)											
		Operational			Basic			Supplementary			Reinforced		
A.C. (r.m.s.)	Peak or d.c.	Cl.	Cr.	Th <sup>5)</sup>	Cl.	Cr.	Th <sup>5)</sup>	Cl.	Cr.	Th	Cl.	Cr.	Th
50	71	No requirement			No requirement								
130	185	1.5 <sup>1)</sup>	2 <sup>2)</sup> (1) <sup>1)</sup>		1.5 <sup>1)</sup>	2(1.5) <sup>1)</sup>		4	4	1 <sup>5)</sup>	8 <sup>4)</sup>	8 <sup>4)</sup>	2 <sup>5)</sup>
250	350	2.5 <sup>3)</sup> (2) <sup>1)</sup>	3 <sup>3)</sup> (2) <sup>1)</sup>		3 <sup>3)</sup> (2) <sup>1)</sup>	4 <sup>3)</sup> (3) <sup>1)</sup>		4	4	1 <sup>5)</sup>	8 <sup>4)</sup>	8 <sup>4)</sup>	2 <sup>5)</sup>
440	620	3(2) <sup>1)</sup>	4(2) <sup>1)</sup>		3	4					8	10	
570	800	4	5		4	5					8	10	
710	1 000	4	6		4	6					8	12	
890	1 250	4.5	8		4.5	8					9	16	
1 000	1 400	5.5	9		5.5	9					11	18	
1 140	1 600	7	10		7	10					14	20	
1 280	1 800	8	11		8	11					16	22	
1 420	2 000	9	11.5		9	11.5					18	23	
1 560	2 200	10	12		10	12					20	24	
1 780	2 500	11	13		11	13					22	26	
1 990	2 800	12	14		12	14					24	28	
2 260	3 200	13	14.5		13	14.5					26	29	
2 560	3 600	14	15.5		14	15.5					28	31	
2 840	4 000	14.5	16.5		14.5	16.5					29	33	
over 2 840	4 000	15.5	17.5		15.5	17.5					31	35	

Cl. = clearance Cr. = creepage distance Th = distance through insulation

- <sup>1)</sup> Figures in parentheses apply where the insulation is protected against deposition of dirt. In general, the interior of equipment having a reasonably dust-free enclosure is considered to be protected against deposition of dirt, provided the equipment does not generate dust within itself; hermetic sealing is not required.
- <sup>2)</sup> 1.5 mm where the part is enamelled winding.
- <sup>3)</sup> 2 mm where the part is enamelled winding.
- <sup>4)</sup> 6 mm where the part is enamelled winding.
- <sup>5)</sup> See note to Sub-clause 2.2.3.
- <sup>6)</sup> The requirements of this table do not apply to coated printed wiring configuration other than in primary circuit applications.
- <sup>7)</sup> For thickness of insulation for transformers, see Sub-clause 2.9.4.
- <sup>8)</sup> Not applicable to thickness of insulation on wiring, see Sub-clauses 2.1.2.1, 3.1.5, 3.2.4 and to certain internal parts under conditions specified in Sub-clause 2.1.2.1.

Compliance is checked by measurement, taking into account Figures F1 to F11, pages 173 to 179. Any air gap less than 1 mm wide (0.25 mm for dirt-free situation) is ignored when computing the total clearance.

The measurements are made:

- with belts, if any, in position with the belt tension devices in the most unfavourable location, and
- with the belt removed.

Movable parts are placed in the most unfavourable position; nuts and screws with non-circular heads, are assumed to have been tightened in the most unfavourable position.

The effect of insulation linings of conductive enclosures or covers is taken into consideration.

For equipment incorporating non-detachable power supply cords, measurements are made with supply conductors of the largest cross-sectional area specified in Sub-clause 3.3.5 and also without conductors.

Les distances dans l'air entre bornes et parties conductrices accessibles à l'opérateur sont aussi mesurées, les vis ou les écrous étant desserrés autant que possible, mais les distances dans l'air ne doivent pas être inférieures à 50% des valeurs figurant dans le tableau.

Les distances à travers les fentes ou ouvertures dans les parties extérieures en matière isolante sont mesurées par rapport à une feuille métallique appliquée sur la surface externe. Au sens du présent paragraphe, les surfaces externes en matière isolante sont traitées comme si elles étaient recouvertes d'une feuille métallique, la feuille étant tendue sur les ouvertures éventuelles, mais poussée dans les coins avec le doigt d'épreuve (figure 1, page 120).

Au besoin, une force est appliquée en tout endroit des conducteurs nus et sur la surface extérieure des enveloppes conductrices, en vue de réduire les lignes de fuite et les distances dans l'air pendant les mesures.

La force est appliquée au moyen d'un doigt d'épreuve ayant une extrémité comme représenté à la figure 1 et a une valeur de:

- 2 N pour les conducteurs nus;
- 30 N pour les enveloppes.

La prescription concernant les distances à travers l'isolation n'implique pas que la distance prescrite doit être l'épaisseur d'un isolant solide seulement; elle peut se composer d'une épaisseur d'isolant solide augmentée d'une ou de plusieurs couches d'air.

Les distances dans l'air exigées ne sont pas applicables à la distance entre les contacts de thermostats, de coupe-circuit thermiques, de dispositifs de protection contre les surcharges, d'interrupteurs à faible distance d'ouverture des contacts et dispositifs analogues ou à la distance entre les parties actives de tels dispositifs, lorsque cette distance varie avec le déplacement des contacts. De même, dans le cas de circuits comportant un éclateur ou un dispositif à étincelles analogue, nécessaire au bon fonctionnement du matériel, il n'y a pas lieu de tenir compte des lignes de fuite et des distances dans l'air au niveau de l'éclateur ou du dispositif à étincelles.

2.9.3 Les lignes de fuite et distances dans l'air entre les bornes pour installation fixe et entre ces bornes et les parties conductrices voisines doivent avoir au moins les valeurs suivantes:

Tension nominale maximale (V)	Ligne de fuite et distance dans l'air (mm)
250	6,0
380	8,0
440	9,5

La distance dans l'air entre les bornes et le boîtier, pour les câbles susceptibles de transporter des courants de plus de 25 A, ne doit pas être inférieure à 9,5 mm.

2.9.4 A moins qu'il ne soit fait usage d'isolation en couches minces (voir paragraphe 2.2.3), les distances à travers l'isolation solide des transformateurs de sécurité pour utilisation dans le matériel de traitement de l'information ne doivent pas être inférieures aux valeurs suivantes:

Tension maximale de service (V)	Distance minimale à travers l'isolation (mm)		
	Isolation supplémentaire	Isolation renforcée entre enroulements primaires et enroulements TBTS	Autre isolation renforcée
50	Pas de prescription	Pas applicable	Pas de prescription
250	0,5	0,5	1,0
660	0,8	0,8	1,5

The clearances between terminals and operator accessible conductive parts are also measured with the screws or nuts unscrewed as far as possible, but the clearances shall be not less than 50% of the values shown in the table.

Distances through slots or openings in external parts of insulating material are measured to metal foil in contact with the external surface. For the purpose of this sub-clause, external surfaces of insulating material are treated as though they were covered with a layer of metal foil, the foil being stretched across any openings, but pressed into corners with the test finger (Figure 1, page 120).

If necessary, a force is applied to any point on bare conductors and to the outside of conductive enclosures, in an endeavour to reduce the creepage distances and clearances while taking measurements.

The force is applied by means of a test finger having a tip as shown in Figure 1 and has a value of:

- 2 N for bare conductors;
- 30 N for enclosures.

The requirement concerning distances through insulation does not imply that the prescribed distance must be through solid insulation only; it may consist of a thickness of solid insulation plus one or more air layers.

The clearances required do not apply to the air gap between the contacts of thermostats, thermal cut-outs, overload protection devices, switches of microgap construction and the like, or to the air gap between the current-carrying members of such devices where the clearance varies with the movement of the contacts. Similarly, in circuits involving a stylus or similar spark-gap device which is necessary for the correct functioning of the equipment, creepage distances and clearances at the stylus or spark-gap device are ignored.

2.9.3 Creepage distances and clearances between primary power supply terminals for fixed wiring and between these terminals and adjacent conductive parts shall have at least the following values:

Maximal rated voltage (V)	Creepage distance and clearance (mm)
250	6.0
380	8.0
440	9.5

The clearance between these terminals and the body, for cables involving current values above 25 A, shall be not less than 9.5 mm.

2.9.4 Unless insulation in thin layers (see Sub-clause 2.2.3) is used, distances through solid insulation in safety isolating transformers for use in data processing equipment shall be not less than the following values:

Maximum working voltage (V)	Minimum distance through insulation (mm)		
	Supplementary insulation	Reinforced insulation between primary windings and SELV windings	Other reinforced insulation
50	No requirement	Not applicable	No requirement
250	0.5	0.5	1.0
660	0.8	0.8	1.5

### 2.9.5 Circuits imprimés

Pour les cartes imprimées dont les conducteurs sont revêtus d'un enduit approprié, les lignes de fuite données dans le tableau suivant s'appliquent à la place de celles du paragraphe 2.9.2.

Ces distances sont tirées des Publications 664 de la CEI: Coordination de l'isolement dans les systèmes (réseaux) à basse tension y compris les distances dans l'air et les lignes de fuite des matériels, et 664A de la CEI: Premier complément (CE 28/SC 28A) et s'appliquent aux matériels prévus pour une installation de la catégorie I et une altitude de 2 000 m.

Lorsque les distances de séparation les plus faibles admises sont utilisées, une attention particulière doit être portée à la mise en forme de conducteurs adjacents pour éviter un claquage d'isolement. De plus, pour conserver l'intégrité de la sécurité, il convient de maintenir un programme approprié du contrôle de la qualité.

Les prescriptions du paragraphe 2.9.2 restent applicables aux lignes de fuite entre deux quelconques des parties conductrices non revêtues d'une carte imprimée, comme, par exemple, les pastilles où sont soudés les composants et les languettes des conducteurs d'extrémité de ces cartes.

Les valeurs du tableau s'appliquent aux isolations principales ou supplémentaires. Elles sont doublées dans le cas d'isolations renforcées.

*Lignes de fuite minimales entre conducteurs des cartes imprimées avec revêtement de forme*

Tension de service maximale (V c.c./V c.a. eff.)	Ligne de fuite (mm)	Tension de service maximale (V c.c./V c.a. eff.)	Ligne de fuite (mm)
50	Pas de prescription	250	0,56
63	0,040	320	0,75
80	0,063	400	1,0
100	0,10	500	1,3
125	0,16	630	1,8
160	0,25	800	2,4
200	0,40	1 000	3,2

Un revêtement de «forme» est une pellicule mince de matière plastique ou d'époxy recouvrant la surface (parties conductrices et isolantes) de la carte imprimée en épousant la forme de cette surface.

Ces prescriptions sont à l'étude en attendant les résultats de récents travaux entrepris par le SC 28A de la CEI et la possibilité d'ajouter un essai de résistance à l'abrasion pour les circuits imprimés.

Les valeurs des distances d'isolement applicables aux cartes imprimées sont à l'étude. En attendant qu'elles soient fixées, ces distances ne doivent pas être inférieures aux valeurs des lignes de fuite données dans le tableau ci-dessus.

Le mode de revêtement ainsi que le matériau de revêtement et le matériau de base doivent assurer une qualité uniforme de sorte que les lignes de fuite en cause soient effectivement observées. En outre, l'épaisseur du revêtement ne doit pas être inférieure à 0,03 mm.

La vérification est effectuée par des mesures et par des essais suivants qui doivent être pratiqués sur deux cartes imprimées d'essai représentatives du procédé réel de fabrication et des lignes de fuites minimales utilisées.

Avant les essais, les échantillons doivent satisfaire à l'essai correspondant de rigidité diélectrique du paragraphe 5.3.3 non précédé toutefois de conditionnement à l'humidité; les échantillons sont soumis à une opération de soudage à la température d'environ 274 °C pendant 3 s.

#### Cycle de température

La carte échantillon numéro un est soumise dix fois au cycle de température ci-après:

- 72 h à 110 ± 2 °C
- 1 h à 25 ± 2 °C
- 2 h à 0 ± 2 °C
- 1 h à 25 ± 2 °C

### 2.9.5 Printed circuit wiring

For printed boards whose conductors are coated with a suitable coating material, the creepage distances of the following table apply instead of those of Sub-clause 2.9.2.

These distances are from IEC Publications 664: Insulation Co-ordination Within Low-voltage Systems Including Clearances and Creepage Distances for Equipment, and 664A: First Supplement, (TC 28/SC 28A) and apply to products designed for installation category I and an altitude of 2 000 m.

When the smallest permitted separation distances are used, careful attention is necessary to shaping adjacent conductors to avoid insulation breakdown. Furthermore, to retain the safety integrity, an adequate programme of quality control should be maintained.

Between any two uncoated conductive parts of printed board, for example component soldering pads and edge connector tabs, the requirements of Sub-clause 2.9.2 apply.

The values in the table apply to basic or supplementary insulation. For reinforced insulation the values are doubled.

*Minimum creepage distance between conductors  
for printed boards using conformal coating*

Maximum working voltage (V a.c. r.m.s. or d.c.)	Creepage distance (mm)	Maximum working voltage (V a.c. r.m.s. or d.c.)	Creepage distance (mm)
50	No requirement	250	0.56
63	0.040	320	0.75
80	0.063	400	1.0
100	0.10	500	1.3
125	0.16	630	1.8
160	0.25	800	2.4
200	0.40	1 000	3.2

Conformal coating is a thin coating of plastic or epoxy material that covers the surface (conductors and insulators) of the printed board and conforms to the surface of the board.

These requirements are under review, in the light of recent work undertaken by IEC SC 28A and the possible addition of an abrasion resistance test for printed board coatings.

The clearance requirements for printed boards are under consideration. Until defined, they shall be not less than the creepage requirements listed in the above table.

The coating process, the coating material and the base material shall be such that uniform quality is ensured and the creepage distance(s) under consideration are effectively protected. In addition, the coating thickness shall be not less than 0.03 mm.

*Compliance is checked by measurement and by the following tests which shall be carried out on two printed boards representing the actual manufacturing process used and minimum creepage distances to be employed.*

*Before the tests, the samples shall withstand the relevant electric strength test of Sub-clause 5.3.3, however, without preceding humidity treatment, and shall be subjected to a soldering operation at a temperature of approximately 274 °C for 3 s.*

#### Temperature cycling

*Test board number one shall be subjected ten times to the following temperature cycles:*

- 72 h at 110 ± 2 °C*
- 1 h at 25 ± 2 °C*
- 2 h at 0 ± 2 °C*
- 1 h at 25 ± 2 °C*

### *Essai de vieillissement thermique*

*La carte échantillon numéro deux est soumise à la température de  $130 \pm 2$  °C pendant 1000 h.*

### *Essai de rigidité diélectrique*

*Après ces essais, les deux échantillons sont soumis à l'épreuve hygroscopique du paragraphe 5.3.2; ils doivent alors satisfaire à l'essai correspondant de rigidité diélectrique du paragraphe 5.3.3.*

*Un examen visuel doit montrer que le revêtement ne s'est pas détaché et qu'il ne s'est pas craquelé ou écaillé.*

### 2.9.6 *Ensembles étanches*

Les prescriptions du tableau du paragraphe 2.9.2 ne s'appliquent pas aux dimensions internes des composants ou des sous-ensembles hermétiquement scellés contre l'entrée de la saleté et de l'humidité.

*La vérification est effectuée en soumettant l'ensemble à l'épreuve hygroscopique du paragraphe 5.3.2 suivie de l'essai correspondant de rigidité diélectrique du paragraphe 5.3.3.*

### 2.9.7 *Composants enrobés en boîtiers*

Les prescriptions du tableau du paragraphe 2.9.2 ne s'appliquent pas aux composants:

- qui sont totalement enrobés en boîtier de sorte que le matériau d'enrobage remplit toutes les distances d'isolement internes dont dépend la sécurité, ou
- dont les parties sous tension sont imprégnées et (ou) enrobées de sorte que le dépôt de saleté et d'humidité est efficacement évité.

*La vérification est effectuée en soumettant le composant à l'essai cyclique de température défini au paragraphe 2.9.5 suivi de l'épreuve hygroscopique du paragraphe 5.3.2 et de l'essai correspondant de rigidité diélectrique du paragraphe 5.3.3.*

*Dans le cas de transformateurs, coupleurs magnétiques et éléments similaires, une tension de 500 V efficaces 50-60 Hz est appliquée entre les enroulements en cause pendant l'essai cyclique de température.*

*Un examen visuel doit montrer que le matériau d'enrobage ne présente pas de fissures et que le matériau d'imprégnation ou les autres revêtements ne se sont ni décollés ni craquelés.*

- 2.9.8 *Sauf en présence d'une protection de surface réalisée par revêtement de forme, imprégnation ou enrobage suivant les paragraphes 2.9.5, 2.9.6 et 2.9.7, les prescriptions concernant les lignes de fuite et les distances dans l'air demeurent applicables à l'extérieur des composants. Le paragraphe 2.9.4 continue à s'appliquer aux transformateurs de sécurité.*

## 3. **Câblage et connexions**

### 3.1 *Conducteurs internes*

- 3.1.1 La section des conducteurs internes doit être appropriée aux courants qu'ils sont destinés à transporter, de façon que la température maximale admissible pour leur isolation ne soit pas dépassée.

- 3.1.2 Les passages empruntés par les conducteurs doivent être lisses et ne doivent pas présenter d'arêtes vides. Les conducteurs doivent être protégés de façon qu'ils n'entrent pas en contact avec des

### *Thermal ageing test*

*Test board number two shall be subjected to a temperature of  $130 \pm 2$  °C for 1 000 h.*

### *Electric strength test*

*After the tests, both boards shall be subjected to the humidity treatment of Sub-clause 5.3.2, and shall then withstand the relevant electric strength test of Sub-clause 5.3.3.*

*A visual inspection shall show that the coating has not loosened nor shrunk nor peeled away.*

### 2.9.6 *Sealed assemblies*

The requirements of the table of Sub-clause 2.9.2 do not apply to the internal dimensions of components or sub-assemblies which are hermetically sealed against ingress of dirt and humidity.

*Compliance is checked by subjecting the assembly to the humidity treatment of Sub-clause 5.3.2 followed by the relevant electric strength test of Sub-clause 5.3.3.*

### 2.9.7 *Potted components*

The requirements of the table of Sub-clause 2.9.2 do not apply to components:

- which are either completely potted such that the potting compound fills all internal clearance distances which are relied upon for safety;
- or where live parts are impregnated and/or coated such that deposition of dirt and moisture is effectively prevented.

*Compliance is checked by subjecting the component to the temperature cycling test as defined in Sub-clause 2.9.5, followed by the humidity treatment of Sub-clause 5.3.2 and the relevant electric strength test of Sub-clause 5.3.3.*

*For transformers, magnetic couplers and similar devices, a voltage of 500 V r.m.s. 50-60 Hz shall be applied between the windings under consideration during the temperature cycle test.*

*A visual inspection shall show that there are no cracks in the potting material, and that impregnating material or other coatings have not loosened nor shrunk.*

2.9.8 *Except where surface protection by conformal coating, impregnation or encapsulation per Sub-clauses 2.9.5, 2.9.6, 2.9.7 is provided, the creepage and clearance requirements still apply to the exterior of the components. Sub-clause 2.9.4 still applies to safety isolation transformers.*

## 3. **Wiring and connections**

### 3.1 *Internal wiring*

3.1.1 The cross-sectional area of internal wires shall be adequate for the currents they are intended to carry, such that the maximum permitted temperature of conductor insulation shall not be exceeded.

3.1.2 Wireways shall be smooth and free from sharp edges. Wires shall be protected so that they do not come into contact with burrs, cooling fins, etc., which may cause damage to the insulation of

aspérités, des ailettes de refroidissement, etc., susceptibles d'endommager leur isolation. Les trous dans les parois conductrices pour le passage des conducteurs isolés doivent être convenablement arrondis ou munis de traversées.

Tout contact entre les conducteurs et les parties mobiles doit être efficacement empêché.

Dans les montages électroniques, les fils peuvent être en contact très proche avec les broches recevant des connexions enroulées et analogues si une défaillance de l'isolation ne peut avoir pour résultat un état de risque, ou si une protection mécanique appropriée est prévue par le système d'isolation utilisé.

3.1.3 Les conducteurs internes doivent être guidés, supportés, fixés ou assujettis de telle façon qu'ils empêchent:

- une contrainte excessive sur les conducteurs et sur le raccordement aux bornes;
- le desserrage du raccordement aux bornes;
- l'endommagement de l'isolation des conducteurs.

3.1.4 Les conducteurs non isolés doivent avoir une rigidité et une fixation ou une disposition telles qu'en usage normal, les lignes de fuite et les distances dans l'air ne puissent devenir inférieures aux valeurs correspondantes spécifiées dans le paragraphe 2.9.

3.1.5 L'isolation des conducteurs individuels doit être appropriée à l'application et à la tension de service.

*En l'absence de résultats d'essais applicables, la vérification est effectuée par l'essai correspondant de rigidité diélectrique du paragraphe 5.3.3 effectué sur un échantillon de grande longueur auquel est appliquée la tension d'essai correspondante comme suit:*

- pour l'isolation principale d'un conducteur, entre le conducteur et une feuille métallique enroulée sans serrer autour de l'isolation sur une longueur d'environ 100 mm;
- pour l'isolation supplémentaire, par exemple une gaine enveloppant un groupe de conducteurs, entre un conducteur inséré dans cette gaine et une feuille métallique enroulée sans serrer autour de la gaine sur une longueur d'environ 100 mm.

3.1.6 Les conducteurs repérés par la combinaison de couleurs vert/jaune ne doivent être utilisés que pour les connexions de mise à la terre.

*La vérification des paragraphes 3.1.1 à 3.1.6 est effectuée par examen.*

### 3.2 Raccordement au réseau

3.2.1 Afin d'assurer une connexion sûre et fiable à une source primaire d'alimentation, le matériel doit être pourvu d'un des moyens suivants:

- des bornes pour une connexion à demeure aux installations fixes, ou
- un câble souple d'alimentation fixé à demeure aux installations fixes ou pour raccordement par fiche de prise de courant, ou
- un socle de connecteur.

Lorsque le matériel est fourni avec plus d'une possibilité de raccordement au réseau (par exemple pour différentes tensions ou fréquences ou alimentations multiples), la conception doit être telle que:

- des bornes séparées soient prévues pour les différents circuits;
- les fiches de prise de courant pour le raccordement au réseau éventuel ne soient pas interchangeables, si un danger peut survenir du fait d'un raccordement incorrect;
- l'opérateur ne puisse pas toucher des parties sous TBT ou sous tensions dangereuses, tels les contacts des fiches, lorsqu'on déconnecte un ou plusieurs connecteurs.

conductors. Holes in conductive parts through which insulated wires pass shall have smooth well-rounded surfaces or be provided with bushings.

Wiring shall be effectively prevented from coming into contact with moving parts.

In electronic assemblies, wires are allowed to be in close contact with wire wrapping posts and the like if the breakdown of insulation will not result in a hazard, or if adequate mechanical protection is provided by the insulation system employed.

3.1.3 Internal wiring shall be routed, supported, clamped or secured in a manner that prevents:

- excessive strain on wiring and on terminal connections;
- loosening of terminal connections;
- damage of conductor insulation.

3.1.4 Uninsulated conductors shall be either so rigid and so fixed or so arranged that, in normal use, creepage distances and clearances cannot be reduced below the relevant values specified in Sub-clause 2.9.

3.1.5 Insulation of individual conductors shall be suitable for the application and working voltage involved.

*Where applicable test results are not available, compliance is checked by the relevant electric strength test of Sub-clause 5.3.3 using a sample of ample length and applying the relevant test voltage as follows:*

- *for basic insulation of a conductor: between the conductor and metal foil wrapped tightly around the insulation for a length of approximately 100 mm,*
- *for supplementary insulation, for example sleeving around a group of conductors, between a conductor inserted into the sleeve and metal foil wrapped tightly around the sleeve for a length of approximately 100 mm.*

3.1.6 Wires identified by the colour combination green/yellow shall be used only for protective earth connections.

*Compliance for Sub-clauses 3.1.1 to 3.1.6 is checked by inspection.*

3.2 *Supply connection*

3.2.1 For safe and reliable connection to a primary power supply, equipment shall be provided with one of the following means:

- terminals for permanent connection to fixed wiring, or
- a non-detachable power supply cord for permanent connection to fixed wiring or with a plug, or
- an appliance inlet.

Where equipment is supplied with more than one supply connection (e.g. with different voltages/frequencies or as redundant power), the design shall be such that:

- separate terminals are provided for the different circuits;
- supply plug connections, if any, are not interchangeable if hazard could result from incorrect plugging;
- the operator cannot touch parts at ELV or hazardous voltages, such as plug contacts, when one or more connectors are disconnected.

3.2.2 Le matériel destiné à être relié à demeure aux installations fixes doit être pourvu:

- d'un ensemble de bornes permettant le raccordement des conducteurs de l'installation fixe comme spécifié au paragraphe 3.3, ou
- d'un câble souple d'alimentation fixé à demeure.

Le matériel installé à poste fixe destiné à être relié à demeure aux installations fixes, excepté celui qui est livré muni de câbles souples fixés à demeure:

- doit permettre le raccordement des conducteurs d'alimentation après que le matériel a été fixé sur son support;
- doit être pourvu d'entrées de câbles, d'entrées pour conduits, d'entrées défonçables ou de presse-étoupe, qui permettent le raccordement des types appropriés de câbles ou de conduites.

Pour le matériel de courant nominal ne dépassant pas 16 A, les entrées doivent être appropriées pour des câbles ou des conduits ayant un diamètre extérieur maximal indiqué dans le tableau suivant:

Nombre de conducteurs y compris le conducteur de protection de terre	Diamètre extérieur maximal (mm)	
	Câble	Conduit
2	13,0	16,0 (23,0)
3	14,0	16,0 (23,0)
4	14,5	20,0 (29,0)
5	15,5	20,0 (29,0)

Les dimensions entre parenthèses s'appliquent aux entrées défonçables utilisées en Amérique du Nord.

Les conduits, entrées de câbles et entrées défonçables pour raccordement au réseau, doivent être conçus ou disposés de façon que l'introduction du conduit ou du câble n'affecte pas la protection contre les chocs électriques et ne réduise pas les lignes de fuite et les distances dans l'air au-dessous des valeurs spécifiées au paragraphe 2.9.

*La vérification est effectuée par examen, par un essai d'installation effective et par des mesures.*

3.2.3 Les socles de connecteurs doivent être placés de façon:

- que des parties sous tensions dangereuses ne soient pas accessibles pendant l'introduction ou l'enlèvement de la prise mobile;
- que la prise mobile puisse être introduite sans difficulté;
- qu'après l'introduction de la prise mobile, le matériel ne soit pas supporté par la prise mobile pour une position quelconque du matériel en usage normal, sur une surface plane.

*La vérification est effectuée par examen et, pour ce qui concerne la première prescription, au moyen du doigt d'épreuve normalisé (figure 1, page 120).*

Le matériel équipé de socles de connecteurs conformes à la Publication 320 de la CEI, Connecteurs pour usage domestiques et usages généraux analogues, est considéré comme satisfaisant à la première prescription.

3.2.4 Les câbles souples d'alimentation doivent:

- ne pas être plus légers que les câbles souples sous gaine ordinaire de caoutchouc (désignation 245 IEC 53) ou que les câbles souples sous gaine ordinaire en polychlorure de vinyle (désignation 227 IEC 53);
- être pourvus, dans le cas d'un matériel de la classe I, d'un conducteur de terre de protection vert/jaune relié à la borne de terre intérieure du matériel et au contact de terre de la fiche éventuelle;
- avoir des conducteurs dont les sections nominales ne soient pas inférieures à celles qui sont spécifiées dans le tableau suivant:

3.2.2 Equipment intended to be permanently connected to fixed wiring shall be provided:

- with a set of terminals allowing the connection of fixed wiring as specified in Sub-clause 3.3, or
- with a non-detachable power supply cord.

Fixed equipment intended to be permanently connected to fixed wiring, except those having non-detachable power supply cords:

- shall permit the connection of the supply wires after the equipment has been fixed to its support;
- shall be provided with cable entries, conduit entries, knock-outs or glands, which allow connection of the appropriate types of cables or conduits.

For equipment having a rated current not exceeding 16 A, the entries shall be suitable for cables and conduits having a maximum overall diameter as shown in the following table:

Number of conductors including protective earthing conductor	Maximum overall diameter (mm)	
	Cable	Conduit
2	13.0	16.0 (23.0)
3	14.0	16.0 (23.0)
4	14.5	20.0 (29.0)
5	15.5	20.0 (29.0)

The sizes in parentheses are for North American knock-outs.

Conduit and cable entries and knock-outs for supply connections shall be so designed or located that the introduction of the conduit and cable does not affect the protection against electric shock, or reduce creepage distances and clearances below the values specified in Sub-clause 2.9.

*Compliance is checked by inspection, a practical installation test and by measurement.*

3.2.3 Appliance inlets shall:

- be so located that parts at hazardous voltage are not accessible during insertion or removal of the connector;
- be so placed that the connector can be inserted without difficulty;
- be so placed that, after insertion of the connector, the equipment is not supported by the connector for any position of normal use on a flat surface.

*Compliance is checked by inspection and, with regard to the first requirement, by means of the test finger (Figure 1, page 120).*

Equipment provided with appliance inlets complying with IEC Publication 320: Appliance Couplers for Household and Similar General Purposes, is considered to comply with the first requirement.

3.2.4 Power supply cords shall:

- be not lighter than ordinary tough rubber-sheathed flexible cord (designation 245 IEC 53), or ordinary polyvinyl chloride-sheathed flexible cord (designation 227 IEC 53);
- include in the case of Class I equipment a green/yellow protective earthing conductor connected to the internal protective earthing terminal of the equipment and connected to the protective earthing contact of the plug, if any;
- have conductors with cross-sectional areas not less than those specified in the following table:

Courant nominal du matériel (A)	Section nominale (mm <sup>2</sup> )
Jusqu'à 10 inclus	0,75
Au-dessus de 10 jusqu'à 13,5 inclus	1
Au-dessus de 13,5 jusqu'à 16 inclus	1,5
Au-dessus de 16 jusqu'à 25 inclus	2,5
Au-dessus de 25 jusqu'à 32 inclus	4
Au-dessus de 32 jusqu'à 40 inclus	6
Au-dessus de 40 jusqu'à 63 inclus	10
Au-dessus de 63 jusqu'à 80 inclus	16
Au-dessus de 80 jusqu'à 100 inclus	25
Au-dessus de 100 jusqu'à 125 inclus	35
Au-dessus de 125 jusqu'à 160 inclus	50

Pour un courant nominal jusqu'à 3 A, une section nominale de 0,5 mm<sup>2</sup> est autorisée dans certains pays, pourvu que la longueur du câble souple d'alimentation ne dépasse pas 2 m.

- ne pas être exposés aux arêtes vives ou aux bords coupants à l'intérieur ou sur la surface du matériel. Toutes les arêtes et tous les bords avec lesquels le câble d'alimentation est en contact doivent être formés de façon qu'ils conviennent au type de câble fourni avec le matériel.

Si nécessaire, il doit être fait usage de traversées qui doivent être fixées de façon sûre et ne pas pouvoir être enlevées sans l'aide d'un outil.

*En l'absence de règles particulières aux câbles souples blindés, leur aptitude à la fonction doit être évaluée au moyen d'essais analogues à ceux qui figurent dans la Publication 227 de la CEI: Conducteurs et câbles isolés au polychlorure de vinyle, de tension nominale au plus égale à 450/750 V; toutefois, les essais de flexion ne seront appliqués qu'aux matériels mobiles et portatifs (à main) qui sont déplacés en usage normal.*

*L'endommagement du blindage du câble à la suite de l'essai de flexion est admissible, à conditions que:*

- au cours de l'essai de flexion, le blindage ne fasse pas contact avec un conducteur, et
- l'échantillon satisfasse après l'essai de flexion, l'essai de rigidité diélectrique effectué entre le blindage et tous les conducteurs.

*La vérification est effectuée par examen et par des mesures.*

- 3.2.5 Un dispositif d'arrêt de traction et de torsion doit être prévu sur le matériel pourvu de câbles souples d'alimentation fixés à demeure, de façon à protéger les conducteurs contre les efforts de traction et de torsion à l'endroit où ils sont raccordés à l'intérieur du matériel et que le revêtement isolant des conducteurs soit protégé contre l'abrasion.

Dans le cas où un glissement du câble souple dans le dispositif d'arrêt de traction et de torsion soumettrait les conducteurs à une contrainte, le conducteur de terre de protection éventuel doit être le dernier à subir cette contrainte.

Les dispositifs d'arrêt de traction et de torsion des câbles d'alimentation doivent être conçus de façon que:

- le remplacement ne porte pas atteinte à la sécurité et au bon fonctionnement du matériel;
- le câble ne puisse pas venir en contact avec des vis de serrage du dispositif si ces vis sont accessibles à l'opérateur ou en liaison électrique avec des parties conductrices accessibles à l'opérateur;
- le câble ne soit pas maintenu par une vis métallique qui appuie directement sur le câble;
- les nœuds dans le câble d'alimentation ne soient pas utilisés comme dispositifs d'arrêt de traction et de torsion.

Rated current of equipment (A)	Nominal cross-sectional area (mm <sup>2</sup> )
Up to and including 10	0.75
Over 10 up to and including 13.5	1
Over 13.5 up to and including 16	1.5
Over 16 up to and including 25	2.5
Over 25 up to and including 32	4
Over 32 up to and including 40	6
Over 40 up to and including 63	10
Over 63 up to and including 80	16
Over 80 up to and including 100	25
Over 100 up to and including 125	35
Over 125 up to and including 160	50

For rated current up to 3 A, a nominal cross-sectional area of 0.5 mm<sup>2</sup> is allowed in some countries, provided the length of the power supply cord does not exceed 2 m.

- not be exposed to sharp points or cutting edges of surfaces within or on the surface of the equipment. All points and edges with which the power supply cord is in touch shall be shaped such that they are suitable for the type of cord supplied with the equipment.

When necessary, inlet bushings shall be used which shall be reliably fixed and not be removable without the use of a tool.

*In the absence of particular requirements for shielded flexible cords, tests similar to those of IEC Publication 227: Polyvinyl Chloride Insulated Cables of Rated Voltages up to and including 450/750 V, shall be used to assess their suitability; however, flexing tests need only be applied to power supply cords for hand-held and movable equipment which is actually moved in normal use.*

*Damage to the shield is acceptable provided that:*

- *during the flexing test, the shield does not make contact with any conductor, and*
- *after the flexing test, withstands the electric test between the shield and all conductors.*

*Compliance is checked by inspection and by measurement.*

- 3.2.5 A cord anchorage shall be provided for equipment with a non-detachable power supply cord such that the conductors are relieved from strain, including twisting, where they are connected within the equipment and that the insulation of the conductors is protected from abrasion.

In the event that the flexible cord should slip in its anchorage placing a strain on the conductors, the protective earthing conductor, if any, shall be the last to take the strain.

Cord anchorages of power supply cords shall be so designed that:

- replacement does not impair the safety and the correct functioning of the equipment;
- the cord cannot touch clamping screws of the cord anchorage, if these screws are operator accessible or electrically connected to operator accessible conductive parts;
- the cord is not clamped by a metal screw which bears directly on the cord;
- knots in the power supply cord shall not be used for cord anchorages.

De plus, les dispositifs d'arrêt de traction et de torsion sur le matériel de la classe II à enveloppe métallique doivent:

- être construits en matière isolante, ou
- avoir un revêtement en matière isolante, ou
- être montés sur un matériau isolant,

et doivent satisfaire aux prescriptions pour l'isolation supplémentaire.

*La vérification est effectuée par examen, par les essais appropriés de rigidité diélectrique, lorsque cela est exigé, et par les essais suivants:*

*Le matériel est essayé avec le câble en place.*

*On ne doit pas pouvoir repousser le câble à l'intérieur du matériel au point que le câble ou les parties internes du matériel puissent être endommagés.*

*Le câble est ensuite soumis 25 fois à une force de traction dont la valeur est indiquée dans le tableau suivant. La force est appliquée dans la direction la plus défavorable, sans secousse, chaque fois pendant 1 s.*

*Immédiatement après, le câble est soumis, pendant 1 min, à un couple de torsion dont la valeur est indiquée dans le tableau suivant.*

Masse du matériel (kg)	Force de traction (N)	Couple de torsion (Nm)
Jusqu'à 1 inclus	30	0,1
Au-dessus de 1 à 4 inclus	60	0,25
Au-dessus de 4	100	0,35

*Pendant les essais, le câble ne doit pas être endommagé.*

*Après les essais, le câble ne doit pas s'être déplacé longitudinalement de plus de 2 mm et la connexion ne doit pas être soumise à une contrainte appréciable.*

*Les lignes de fuite et distances dans l'air ne doivent pas être réduites à des valeurs inférieures à celles spécifiées au paragraphe 2.9.*

3.2.6 Un dispositif de protection à l'entrée du câble d'alimentation doit être prévu sur le matériel portatif équipé d'un câble fixé à demeure, à moins que l'entrée du câble ou la traversée ne soit munie d'un orifice en forme de cloche, soigneusement arrondi, dont le rayon de courbure soit au moins égal à 1,5 fois le diamètre extérieur du câble. Les dispositifs de protection doivent:

- être conçus de façon à protéger le câble contre les pliages excessifs à l'entrée du matériel;
- être en matière isolante;
- être fixés de façon sûre;
- avoir une longueur comptée extérieurement à partir de l'orifice d'entrée au moins égale à cinq fois le diamètre extérieur ou, pour les câbles méplats, à cinq fois la plus grande dimension extérieure du câble spécifié pour le matériel.

*La vérification est effectuée par examen et par des mesures.*

3.2.7 La gaine extérieure d'un câble d'alimentation fixé à demeure doit pénétrer à l'intérieur du matériel à travers une entrée de câble ou un dispositif de protection et doit dépasser d'au moins la moitié du diamètre du câble le dispositif de serrage de l'arrêt de traction et de torsion.

Une entrée de câble sur un matériel à enveloppe non métallique doit être en matière isolante.

Additionally, the cord anchorage on metal-encased Class II equipment shall:

- be constructed from insulating material, or
- have a lining of insulating material, or
- be mounted on insulating material,

and shall meet the requirements for supplementary insulation.

*Compliance is checked by inspection, by the relevant electric strength tests where required, and by the following tests:*

*The equipment is tested with the cord in place.*

*It shall not be possible to push the cord into the equipment to such an extent that the cord or internal parts of the equipment could be damaged.*

*The cord is then subjected 25 times to a pull of the value shown in the table below. The pulls are applied in the most unfavourable direction without jerks, each time for 1 s.*

*Immediately afterwards, the cord is subjected for 1 min to a torque of the value shown in the table.*

Mass of equipment (kg)	Pull (N)	Torque (Nm)
Up to and including 1	30	0.1
Over 1 up to and including 4	60	0.25
Over 4	100	0.35

*During the tests, the cord shall not be damaged.*

*After the tests, the cord shall not have been longitudinally displaced by more than 2 mm nor shall there be appreciable strain at the connection.*

*Creepage distances and clearances shall not be reduced below the values specified in Sub-clause 2.9.*

3.2.6 A cord guard at the power supply cord inlet opening shall be provided for hand-held equipment with non-detachable cords, unless the inlet or bushing is provided with a smoothly rounded bell-mouthed opening having a radius of curvature at least equal to 1.5 times the overall diameter of the cord. Cord guards shall:

- be so designed as to protect the cord against excessive bending where it enters the equipment;
- be of insulating material;
- be fixed in a reliable manner;
- project outside the equipment for a distance beyond the inlet opening of at least five times the overall diameter or, for flat cords, at least five times the major overall dimension, of the cord specified for the equipment.

*Compliance is checked by inspection and by measurement.*

3.2.7 The overall sheath of a non-detachable power supply cord shall continue into the equipment through any inlet bushing or cord guard and extend by at least half the cord diameter beyond the clamp of the cord anchorage.

An inlet bushing on equipment with a non-metallic enclosure shall be of insulating material.

Une entrée de câble ou un dispositif de protection sur un matériel de la classe II à enveloppe conductrice doit satisfaire aux prescriptions pour l'isolation supplémentaire.

*La vérification est effectuée par examen et par des mesures.*

3.2.8 L'espace pour l'installation des câbles d'alimentation prévu à l'intérieur ou en tant que partie du matériel pour le raccordement:

- à l'installation fixe et aux câbles d'alimentation fixés à demeure, doit être conçu:
  - pour permettre de vérifier, avant la mise en place du couvercle éventuel, que les conducteurs sont correctement raccordés et disposés;
  - de façon que des couvercles éventuels puissent être mis en place sans risquer d'endommager les conducteurs d'alimentation ou leur isolation;
  - de façon que l'extrémité non isolée d'un conducteur dans le cas du matériel de la classe II ou de matériel portatif, si elle se détache de sa borne, ne puisse entrer en contact avec des parties conductrices accessibles.

La présente prescription est considérée comme satisfaite si le câble d'alimentation est muni de terminaison (par exemple ceilllets sertis sur les conducteurs, ou des moyens analogues) qui ne sont pas susceptibles de devenir libres.

- à l'installation fixe doit permettre l'introduction et le raccordement faciles des conducteurs.

*La vérification est effectuée par examen et, dans le cas de raccordement à des installations fixes, par un essai d'installation avec des câbles ou des câbles souples de la plus forte section spécifiée au paragraphe 3.3.5.*

3.3 *Bornes pour les conducteurs d'alimentation primaire*

3.3.1 Le matériel destiné à être relié à demeure aux canalisations fixes doit être pourvu de bornes dans lesquelles les connexions sont assurées au moyen de vis, écrous ou autres moyens aussi efficaces.

3.3.2 Dans le cas du matériel ayant des câbles d'alimentation, le raccordement des conducteurs individuels aux conducteurs internes du matériel doit être réalisé par n'importe quel moyen susceptible de fournir un raccordement mécanique et électrique de toute sécurité, sans dépasser les limites de température admissibles.

Des connexions réalisées par soudage, brasage, sertissage ou procédés analogues peuvent être utilisées pour les conducteurs externes, à condition que, dans le cas des connexions soudées ou brasées, le conducteur soit disposé ou fixé de façon que son maintien en position ne dépende pas seulement du soudage ou du brasage, à moins que des écrans ne soient prévus pour que les lignes de fuite et distances dans l'air entre parties actives et autres parties conductrices ne puissent pas être réduites à moins de 50% des valeurs spécifiées au paragraphe 2.9 au cas où le conducteur se briserait à un point de soudage ou de brasage ou échapperait d'une connexion sertie.

3.3.3 Les vis et écrous pour le serrage des conducteurs externes d'alimentation doivent avoir un filetage métrique ISO ou un filetage ayant un pas et une résistance mécanique comparables. Ils ne doivent pas servir à fixer d'autres éléments; ils peuvent toutefois serrer des conducteurs internes si ceux-ci sont disposés de façon qu'ils ne soient pas susceptibles de se déplacer lors du raccordement des conducteurs d'alimentation.

Les bornes d'un élément constituant (par exemple un interrupteur) incorporé au matériel, sous réserve qu'elles soient conformes aux prescriptions du paragraphe 3.3, peuvent être utilisées comme bornes de raccordement des conducteurs externes.

Les filetages SI, BA et Filetages Unifiés sont considérés comme ayant un pas et une résistance mécanique comparables au filetage métrique ISO.

3.3.4 Au sens des prescriptions pour les câbles d'alimentation:

- il n'est pas à envisager que deux fixations indépendantes se desserrent en même temps;

An inlet bushing or cord guard on Class II equipment with a conductive enclosure shall meet the requirements for supplementary insulation.

*Compliance is checked by inspection and by measurement.*

3.2.8 The supply wiring space provided inside or as part of equipment for connection:

- to fixed wiring and non-detachable power supply cords
  - shall be designed to permit checking before fitting the cover, if any, that the conductors are correctly connected and positioned;
  - shall be designed so that covers, if any, can be fitted without risk of damage to the supply conductors or their insulation;
  - shall be so designed that the uninsulated end of a conductor in Class II equipment or in hand-held equipment, should it become free from its terminal, cannot come into contact with accessible conductive parts.

This requirement is considered to be satisfied if the power supply cord is provided with terminators (e.g. ring lugs crimped on to the conductors, or the like) which are unlikely to become free.

- to fixed wiring shall be adequate to allow the conductors to be easily introduced and connected.

*Compliance is checked by inspection and for connections to fixed wirings by an installation test with cables or flexible cords of the largest cross-sectional area specified in Sub-clause 3.3.5.*

3.3 *Terminals for primary power supply conductors*

3.3.1 Equipment intended to be permanently connected to fixed wiring shall be provided with terminals in which connection is made by means of screws, nuts or equally effective devices.

3.3.2 For equipment with power supply cords, the connection of the individual conductors to the internal wiring of the equipment shall be accomplished by any means that will provide a reliable electrical and mechanical connection without exceeding the permissible temperature limits.

Soldered, welded, crimped and similar connections may be used for the connection of external conductors, provided that, for soldered or welded terminations, the conductor is so positioned or fixed that reliance is not placed upon the soldering or welding alone to maintain the conductor in position, unless barriers are provided such that creepage distances and clearances between live parts and other conductive parts cannot be reduced to less than 50% of the values specified in Sub-clause 2.9 should the conductor break away at a soldered or welded joint or slip out of a crimped connection.

3.3.3 Screws and nuts which clamp external power supply conductors shall have a metric ISO thread or a thread comparable in pitch and mechanical strength. They shall not serve to fix any other component, except that they may also clamp internal conductors if these are so arranged that they are unlikely to be displaced when fitting the supply conductors.

The terminals of a component (e.g. a switch) built into the equipment on the assumption that they comply with the requirements of Sub-clause 3.3 may be used as terminals intended for external conductors.

SI, BA and Unified threads are considered to be comparable in pitch and mechanical strength to metric ISO thread.

3.3.4 For the purpose of the requirements for power supply cords:

- it is not to be expected that two independent fixings will become loose at the same time;

- les conducteurs raccordés par soudage ne sont pas considérés comme fixés d'une façon appropriée, à moins qu'ils ne soient maintenus en place près de leur extrémité, indépendamment de la soudure, mais une «boucle» avant la soudure est, en général, considérée comme un moyen approprié pour maintenir en position les conducteurs d'un câble d'alimentation, autre qu'un fil rosette, pourvu que le trou à travers lequel passe le conducteur ne soit pas exagérément gros;
- les conducteurs raccordés aux bornes par d'autres moyens ne sont pas considérés comme fixés d'une façon appropriée, à moins qu'une fixation supplémentaire ne soit prévue près de la borne ou de la terminaison; cette fixation supplémentaire, dans le cas de conducteurs à âme câblée, doit maintenir à la fois l'isolation et le conducteur.

3.3.5 Les bornes doivent permettre le raccordement de conducteurs ayant les sections nominales indiquées dans le tableau suivant:

Courant nominal du matériel (A)	Section nominale (mm <sup>2</sup> )	
	Câbles souples	Conducteurs ou câbles pour installations fixes
Jusqu'à 3 inclus	0,5 à 0,75	1 à 2,5
Au-dessus de 3 à 6 inclus	0,75 à 1,0	1 à 2,5
Au-dessus de 6 à 10 inclus	0,75 à 1,5	1 à 2,5
Au-dessus de 10 à 13,5 inclus	1 à 1,5	1,5 à 4
Au-dessus de 13,5 à 16 inclus	1,5 à 2,5	1,5 à 4
Au-dessus de 16 à 25 inclus	2,5 à 4	2,5 à 6
Au-dessus de 25 à 32 inclus	4 à 6	4 à 10
Au-dessus de 32 à 40 inclus	6 à 10	6 à 16
Au-dessus de 40 à 63 inclus	10 à 16	10 à 25

Lorsqu'il est fait emploi de câbles avec des sections plus élevées, les bornes doivent être dimensionnées en conséquence.

3.3.6 Les bornes doivent avoir les dimensions indiquées dans le tableau suivant:

Courant nominal du matériel (A)	Diamètre nominal minimal de la partie filetée (mm)	
	Bornes à trou ou à goujon fileté	Bornes à vis
Jusqu'à 10 inclus	3,0 <sup>1)</sup>	3,5
Au-dessus de 10 à 16 inclus	3,5 <sup>1)</sup>	4
Au-dessus de 16 à 25 inclus	4,0	5
Au-dessus de 25 à 32 inclus	4,0	5
Au-dessus de 32 à 40 inclus	5,0	5
Au-dessus de 40 à 63 inclus	6,0	6

<sup>1)</sup> Dans le cas des filetages BA, cette valeur est réduite à 2,8 mm

Les bornes à goujon fileté doivent être équipées de rondelles.

3.3.7 Les bornes doivent être conçues de façon que l'âme du conducteur soit serrée entre des surfaces métalliques avec une pression de contact suffisante et sans dommage pour l'âme.

Les bornes doivent être conçues ou disposées de façon que l'âme du conducteur ne puisse pas s'échapper lors du serrage des vis ou écrous.

Les bornes doivent être fixées de façon que lorsqu'on serre ou desserre l'organe de serrage du conducteur:

- la borne elle-même ne puisse pas prendre de jeu;

- conductors connected by soldering are not considered to be adequately fixed, unless they are held in place near to the termination, independently of the solder, but “hooking in” before the soldering is, in general, considered to be a suitable means for maintaining the conductors of a power supply cord other than a tinsel cord in position, provided the hole through which the conductor is passed is not unduly large.
- conductors connected to terminals or terminations by other means are not considered to be adequately fixed, unless an additional fixing is provided near to the terminal or termination; this additional fixing, in the case of stranded conductors, clamps both the insulation and the conductor.

3.3.5 Terminals shall allow the connection of conductors having nominal cross-sectional areas as shown in the following table:

Rated current of equipment (A)	Nominal cross-sectional area (mm <sup>2</sup> )	
	Flexible cords	Cables for fixed wiring
Up to and including 3	0.5 to 0.75	1 to 2.5
Over 3 up to and including 6	0.75 to 1.0	1 to 2.5
Over 6 up to and including 10	0.75 to 1.5	1 to 2.5
Over 10 up to and including 13.5	1 to 1.5	1.5 to 4
Over 13.5 up to and including 16	1.5 to 2.5	1.5 to 4
Over 16 up to and including 25	2.5 to 4	2.5 to 6
Over 25 up to and including 32	4 to 6	4 to 10
Over 32 up to and including 40	6 to 10	6 to 16
Over 40 up to and including 63	10 to 16	10 to 25

Where heavier gauge conductors are used, the terminals are to be sized accordingly.

3.3.6 Terminals shall have dimensions as shown in the following table:

Rated current of equipment (A)	Minimum nominal thread diameter (mm)	
	Pillar type or stud type	Screw type
Up to and including 10	3.0 <sup>1)</sup>	3.5
Over 10 up to and including 16	3.5 <sup>1)</sup>	4
Over 16 up to and including 25	4.0	5
Over 25 up to and including 32	4.0	5
Over 32 up to and including 40	5.0	5
Over 40 up to and including 63	6.0	6

<sup>1)</sup> For BA threads, this value is reduced to 2.8 mm.

Stud terminals shall be provided with washers.

3.3.7 Terminals shall be so designed that they clamp the conductor between metal surfaces with sufficient contact pressure and without damage to the conductor.

Terminals shall be so designed or placed that the conductor cannot slip out when the clamping screws or nuts are tightened.

Terminals shall be so fixed that, when the conductor clamping means is tightened or loosened:

- the terminal itself does not work loose;

- les conducteurs internes ne soient pas soumis à des contraintes;
- les lignes de fuite et les distances dans l'air ne soient pas réduites au-dessous des valeurs spécifiées au paragraphe 2.9.

3.3.8 Chaque borne doit être placée au voisinage de la ou des bornes correspondantes de potentiels différents et de la borne de terre de protection éventuelle.

*La vérification est effectuée par examen.*

La raison de cette prescription est de permettre un contrôle visuel simultané pour vérifier que le raccordement à la terre est effectué.

3.3.9 Les bornes doivent être placées, abritées ou isolées de façon que, si un brin d'une âme câblée vient à se détacher lors du raccordement des conducteurs, il n'y ait pas de risque de contact accidentel entre des parties actives et des parties conductrices accessibles ou entre des parties actives et des parties conductrices séparées de parties conductrices accessibles à l'opérateur par une isolation supplémentaire seulement.

*La vérification est effectuée par examen.*

#### 4. Construction

##### 4.1 Stabilité et dangers mécaniques

4.1.1 Les équipements et les ensembles d'équipements ne doivent pas devenir physiquement instables au point de pouvoir présenter un risque pour les opérateurs et le personnel chargé de l'entretien dans les conditions d'exploitation normales.

Un moyen de stabilisation sûr peut être utilisé pour améliorer la stabilité lorsque des tiroirs, des portes, etc., sont ouverts. Ces dispositifs doivent fonctionner automatiquement lorsqu'ils sont associés à l'utilisation par l'opérateur. En ce qui concerne l'utilisation par le personnel chargé de l'entretien, si le moyen n'est pas automatique, une inscription bien en évidence et appropriée doit être prévue pour avertir le personnel.

*La vérification est effectuée par les quatre essais suivants, lorsqu'ils s'appliquent. Chaque essai est effectué séparément. Pendant les essais, les récipients doivent contenir jusqu'à leur capacité nominale la quantité de substance produisant les conditions les plus désavantageuses et les roulettes, lorsqu'elles sont utilisées lors du fonctionnement normal de l'équipement, sont mises dans la position la plus défavorable.*

- *Un équipement ne doit pas se renverser lorsqu'on l'incline de 10° par rapport à sa position verticale normale. Pendant cet essai les portes, tiroirs, etc., doivent être fermés.*
- *Un équipement reposant sur le sol ne doit pas se renverser lorsqu'une force égale à 20% de son poids, mais ne dépassant pas 250 N, est appliquée dans une direction quelconque, sauf vers le haut, à une hauteur ne dépassant pas 2 m au-dessus du niveau du sol, avec les vérins (s'ils sont utilisés en fonctionnement normal) et toutes les portes, les tiroirs, etc., qui peuvent être ouverts par l'opérateur, placés dans leur position la plus défavorable.*
- *Un équipement de 1 m ou plus de hauteur et ayant une masse de 25 kg ou plus ne doit pas se renverser lorsqu'une force égale à 20% de son poids, mais ne dépassant pas 250 N, est appliquée dans une direction quelconque, sauf vers le haut, à une hauteur ne dépassant pas 2 m au-dessus du niveau du sol, avec les vérins (s'ils sont utilisés en fonctionnement normal) et toutes les portes, les tiroirs, etc., qui peuvent être déplacés pour l'entretien, dans leur position la plus défavorable.*
- *Un équipement reposant sur le sol ne doit pas se renverser lorsqu'une force constante de 800 N, dirigée vers le bas, est appliquée au point de moment maximal, à une surface de travail horizon-*

- internal wiring is not subject to stress;
- creepage distances and clearances are not reduced below the values specified in Sub-clause 2.9.

3.3.8 Each terminal shall be located in proximity to its corresponding terminal, or terminals, of different potential and to the protective earthing terminal, if any.

*Compliance is checked by inspection.*

The reason for this requirement is to allow simultaneous visual inspection to verify that the earthing connection is made.

3.3.9 Terminals shall be so located, or shielded, or insulated that should a wire of a stranded conductor escape when the conductors are fitted, there is no risk of accidental contact between such a wire and accessible conductive parts or conductive parts separated from operator accessible conductive parts by supplementary insulation only.

*Compliance is checked by inspection.*

#### 4. Construction

##### 4.1 Stability and mechanical hazards

4.1.1 Equipment and assemblies of equipment shall not become physically unstable to the degree that they may become a hazard to operators and service personnel under conditions of normal use.

A reliable stabilizing means may be used to improve stability when drawers, doors, etc. are opened. These shall be automatic in operation when associated with operator use. For use by service personnel, where it is not automatic, suitable and conspicuous markings shall be provided to caution personnel.

*Compliance is checked by the following four tests, where relevant. Each test is carried out separately. During the tests, containers shall contain within their rated capacity the amount of substance producing the most disadvantageous condition, and castors if used in the normal operation of the equipment shall be in their most disadvantageous position.*

- *Equipment shall not overbalance when tilted to 10° from its normal upright position. Doors, drawers, etc., shall be closed during this test.*
- *Floor-standing equipment shall not overbalance when a force equal to 20% of the weight of the equipment, but not more than 250 N, is applied to any direction except upward at a height not exceeding 2 m from the floor, with jacks (if used under normal conditions) and all doors, drawers, etc., which may be opened by the operator, in their most unfavourable position.*
- *Equipment 1 m or more in height and having a mass of 25 kg or more shall not overbalance when a force equal to 20% of the weight of the equipment, but not more than 250 N, is applied in any direction except upward, at a height not exceeding 2 m from the floor, with jacks (if used under normal conditions) and all doors, drawers, etc., which may be moved for any servicing, in their most unfavourable position.*
- *Floor-standing equipment shall not overbalance when a constant downward force of 800 N is applied at the point of maximum moment to any horizontal working surface or surface offering*

*tale quelconque, ou à une surface pouvant donner une prise évidente à un pied, située à une hauteur ne dépassant pas 1 m au-dessus du niveau du sol. Les portes, tiroirs, etc., doivent être fermés pendant cet essai.*

Lorsque des équipements sont prévus pour être attachés l'un à l'autre sur le site et non pour être utilisés individuellement, il n'est pas nécessaire de prendre en considération la stabilité des équipements individuels.

Les prescriptions ci-dessus ne s'appliquent pas lorsque les instructions pour l'installation d'un équipement spécifient que le matériel doit être fixé à la structure de l'immeuble avant mise en fonctionnement.

- 4.1.2 Les parties mobiles des matériels doivent être disposées ou enfermées, dans la mesure où cela est raisonnablement réalisable, de façon qu'en usage normal soit assurée une protection appropriée des personnes contre les accidents.

Les dispositifs de garde accessibles à l'opérateur ou les sections d'enveloppe utilisées comme dispositifs de garde pour des parties dangereuses doivent être:

- soit montés sur l'ensemble de telle façon que la partie dangereuse ne puisse fonctionner lorsque le dispositif de garde est enlevé;
- soit fixés sur l'ensemble par des attaches qui exigent l'aide d'un outil pour les enlever;
- soit pourvus de dispositifs de verrouillages pour protéger contre le risque d'accès au danger.

Une enveloppe ou un dispositif de protection pour une partie mobile doit être suffisamment complet pour contenir ou détourner des parties qui, à cause d'une défaillance ou pour toute autre raison, pourraient se relâcher, se séparer ou être projetées à partir d'une partie mobile.

Là où des parties mobiles qui présentent un risque de blessure sont normalement protégées par une porte de service ou de chargement, un moyen approprié doit être prévu pour empêcher l'accès au danger.

Des coupe-circuit thermiques à réenclenchement automatique, des relais à maximum de courant ou des interrupteurs chronométriques à démarrage automatique, etc., ne doivent pas être incorporés si leur fermeture intempestive peut être la cause d'un danger.

Si la garde complète d'une partie mobile présentant un danger évident n'est pas raisonnablement applicable parce qu'elle supprimerait le service rendu par le matériel, une commande «ARRÊT» appropriée doit être installée dans un emplacement rapidement et facilement accessible à partir de la position normale de fonctionnement.

*La vérification est effectuée par examen et par un essai au moyen du doigt d'épreuve (figure 1, page 120). A l'exception des cas où une commande «ARRÊT» est prévue conformément au dernier alinéa, il ne doit pas être possible de toucher avec le doigt d'épreuve des parties mobiles dangereuses.*

- 4.1.3 Les bords et les coins (sauf ceux qui sont nécessaires au fonctionnement correct des machines) doivent être arrondis et rendus lisses (sans discontinuité brutale) lorsqu'ils sont:

- sur les contours extérieurs du matériel où ils subiront probablement des contacts;
- sur des parties qui subiront des contacts par suite des fonctions normales de l'opérateur;
- dangereux à cause de leur emplacement ou de leur application dans le matériel.

*La vérification est effectuée par examen.*

- 4.1.4 L'enveloppe d'un matériel utilisant une lampe à haute pression doit avoir une résistance suffisante pour contenir une explosion de lampe, de façon à empêcher tout danger pour un opérateur ou une personne placée près du matériel pendant son exploitation normale ou les opérations d'entretien. Une lampe à haute pression est une lampe dans laquelle la pression dépasse 0,2 MPa à froid ou 0,4 MPa en fonctionnement.

*La vérification est effectuée par examen.*

Les valeurs des pressions à froid et en fonctionnement sont à l'étude.

*an obvious foothold at a height not exceeding 1 m from the floor. Doors, drawers, etc., shall be closed during this test.*

Where equipment is designed to be fixed together on site and not used individually, the stability of individual equipment need not be considered.

These requirements do not apply when the installation instructions for equipment specify that the equipment is to be secured to the building structure before operation.

- 4.1.2 Moving parts of equipment shall, as far as is reasonably practicable, be so arranged or enclosed as to provide in normal use, adequate protection against personal injury.

Operator-accessible guards or portions of enclosure acting as guards for hazardous parts shall either:

- be mounted to the assembly so that the hazardous part cannot be operated with a guard removed, or
- be secured to the assembly using fasteners requiring a tool for removal, or
- be provided with interlocks to protect against access to the hazard.

An enclosure or guard for a moving member shall be sufficiently complete to contain or deflect parts which, because of failure or for other reasons, might become loose, separated or thrown from a moving part.

Where moving parts which present an injury potential are normally protected by a service or loading door, suitable means should be provided to ensure that access to danger shall be prevented.

Self-resetting thermal cut-outs, overcurrent protection devices or automatic timer starting, etc. shall not be incorporated if their unexpected resetting might cause danger.

If complete guarding of an obviously hazardous moving part is not reasonably practicable because it would defeat the utility of the equipment, a suitable "STOP" control shall be provided in a location readily and easily accessible from the normal operating position.

*Compliance is checked by inspection and by a test with the standard test finger (Figure 1, page 120). Except where a "STOP" control is provided in accordance with the previous paragraph, it shall not be possible to touch dangerous moving parts with the test finger.*

- 4.1.3 Edges or corners (except those required for proper equipment functioning) shall be rounded and smoothed (no abrupt discontinuity) when they are:
- on the external contours of the equipment where they are likely to be contacted;
  - on parts that will be contacted as a result of normal operator functions;
  - hazardous because of location or application in the equipment.

*Compliance is checked by inspection.*

- 4.1.4 The enclosure of equipment that employs a high pressure lamp shall have adequate strength to contain an explosion of the lamp so as to prevent a hazard to an operator or person near the equipment during normal use or operator servicing. A high pressure lamp is considered to be one in which the pressure exceeds 0.2 MPa cold or 0.4 MPa operating.

*Compliance is checked by inspection.*

The cold and operating pressures are under consideration.

## 4.2 Résistance mécanique

Le matériel de traitement de l'information doit avoir une résistance mécanique appropriée et doit être construit de façon à pouvoir résister aux températures et aux manipulations brutales auxquelles on peut s'attendre en utilisation normale.

*La vérification est effectuée par les essais suivants, lorsqu'ils s'appliquent, effectués sur des échantillons séparés des couvercles et des dispositifs de garde dans les zones d'accès de l'opérateur.*

*Les essais ne sont pas effectués sur les capots ou enveloppes transparents ou translucides des dispositifs de signalisation ou de mesure, à moins que des parties sous tension dangereuse ne soient accessibles au moyen du doigt d'épreuve (figure 1, page 120) lorsque le capot ou l'enveloppe est enlevé.*

- *Capots et dispositifs de garde intérieurs en n'importe quel matériau:*

*Une force constante de 30 N est appliquée par l'intermédiaire du doigt d'épreuve (figure 1) en version droite d'un seul tenant au capot ou au dispositif de garde monté sur l'équipement complet ou sur un sous-ensemble séparé.*

- *Capots et dispositifs de garde extérieurs en n'importe quel matériau:*

*Une force constante de 250 N est appliquée par l'intermédiaire d'un outil d'essai approprié procurant un contact sur une surface de 30 mm de diamètre au capot ou dispositif de garde monté sur l'équipement complet.*

- *Capots et dispositifs de garde extérieurs, en n'importe quel matériau:*

*Un essai de choc est appliqué à un échantillon constitué par le capot ou dispositif de garde complet, ou encore par une partie de ceux-ci qui est représentative de la zone sans renfort la plus étendue; l'échantillon est disposé de manière à ce que la partie qui reçoit le choc soit horizontale.*

*Le choc est dispensé à l'échantillon au moyen d'une bille massive d'acier lisse de 50 mm de diamètre et d'une masse d'environ 0,5 kg. Cette bille doit tomber en chute libre à partir du repos d'une hauteur verticale de 1300 mm.*

- *Capots et dispositifs de garde en tout matériau autre que métal ou céramique:*

*Un échantillon constitué par un capot ou un dispositif de garde entier ou d'une partie de ceux-ci, tenu mécaniquement comme en utilisation normale, est placé dans une étuve à circulation d'air maintenue à une température supérieure d'au moins 10 K à la température maximale relevée sur cette partie en utilisation normale, sans qu'elle puisse être inférieure à 70 °C, pendant 7 h; on la laisse refroidir à la température ambiante.*

*Le matériau est considéré comme satisfaisant si, au cours des essais précités et par la suite, l'échantillon ne présente pas d'endommagement susceptible d'entraîner la non-conformité aux prescriptions des paragraphes 2.1.2, 2.1.3, 2.5.1, 2.9 et 4.1.2. En cas de doute, les isolations supplémentaires ou renforcées doivent être soumises à l'essai de rigidité diélectrique spécifié au paragraphe 5.3.*

*Les endommagements de finition, les petites bosses et les écaillages de dimensions réduites qui ne mettent pas la protection contre les chocs électriques et l'humidité en cause, les fissures invisibles à l'œil nu et les éclats à la surface des pièces moulées renforcées de fibres et en matières similaires ne sont pas pris en considération.*

*Si un couvercle décoratif est renforcé par un capot interne, le bris du couvercle décoratif est négligé si le capot interne résiste à l'essai.*

## 4.3 Détails de construction

- 4.3.1 Le matériel qui peut être réglé à différentes tensions d'alimentation primaires doit être construit de façon que le changement de réglage exige l'aide d'un outil, si un réglage incorrect provoque un danger.

## 4.2 Mechanical strength

Data processing equipment shall have adequate mechanical strength and be so constructed as to withstand such temperatures and rough handling as may be expected in normal use.

*Compliance is checked by the following tests, where relevant, applied to separate samples of the covers and guards in operator access areas.*

*The tests are not applied to transparent or translucent covers or enclosures of indicating or measuring devices unless parts at hazardous voltages are accessible by means of the test finger (Figure 1, page 120) if the cover or enclosure is removed.*

— *Internal covers and guards of any material:*

*A steady force of 30 N shall be applied, by means of a straight unjointed version of the test finger (Figure 1), to the cover or guard within the complete equipment or on a separate sub-assembly.*

— *External covers and guards of any material:*

*A steady force of 250 N shall be applied, by means of a suitable test tool providing contact over a surface of 30 mm in diameter, to the cover or guard on the complete equipment.*

— *External covers and guards of any material:*

*An impact test shall be applied to a sample consisting of the complete cover or guard or a portion thereof representing the largest unreinforced area, supported so that the area that is to receive the impact is horizontal.*

*The impact shall be imparted to the sample by a solid, smooth, steel sphere 50 mm in diameter and with a mass of approximately 0.5 kg. The sphere shall fall freely from rest through a vertical distance of 1 300 mm.*

— *Covers and guards of any material other than metal or ceramic:*

*A sample cover or guard or a portion of the cover or guard, mechanically supported as in normal use, shall be placed in a circulating air oven at a temperature at least 10 K higher than the maximum temperature observed on the part during normal operation, but not less than 70 °C, for a period of 7 h and allowed to cool to room temperature.*

*The material is considered to comply if during and after the above tests, no damage is visible such as would cause non-compliance with the requirements of Sub-clauses 2.1.2, 2.1.3, 2.5.1, 2.9 and 4.1.2. In case of doubt, supplementary insulation or reinforced insulation shall be subjected to an electric strength test as specified in Sub-clause 5.3.*

*Damage to finish, small dents and small chips which do not adversely affect the protection against electrical shock or moisture, cracks not visible to the naked eye and surface cracks in fibre-reinforced mouldings and the like shall be ignored.*

*If a decorative cover is backed by an inner cover, fracture of the decorative cover shall be ignored if the inner cover withstands the test.*

## 4.3 Constructional details

- 4.3.1 Equipment which can be adjusted to suit different primary power supply voltages shall be so constructed that changing of the setting requires the use of a tool if incorrect setting causes a hazard.

*La vérification est effectuée par un essai à la main.*

- 4.3.2 Le matériel doit être construit de façon que le réglage manuel de dispositifs de commande exige l'aide d'un outil si un danger peut résulter d'un réglage involontaire.

*La vérification est effectuée par un essai à la main.*

- 4.3.3 Le matériel reposant sur le sol doit être construit de telle façon qu'en cas de déversement sur la surface d'appui d'un liquide provenant du matériel ou d'une source extérieure, aucun état de risque par choc électrique ne puisse en résulter. S'il existe une ouverture dans la base du matériel, toutes les parties sous tensions dangereuses doivent se trouver à une distance verticale d'au moins 6 mm par rapport à la surface d'appui.

*La vérification est effectuée par examen et par une mesure.*

- 4.3.4 Le matériel utilisant de la poudre, des liquides ou des gaz doit être construit de façon qu'il n'y ait pas de danger, au sens de la présente norme, créé par condensation, vaporisation, fuite, débordement ou corrosion. En particulier, les lignes de fuite et les distances dans l'air ne doivent pas être réduites au-dessous des valeurs prescrites au paragraphe 2.9.

*La vérification est effectuée par un examen visuel.*

- 4.3.5 Les poignées, les boutons, les manettes, les leviers, et les organes analogues doivent être fixés de façon sûre de sorte qu'ils ne se desserrent pas en usage normal, si ceci peut entraîner un danger.

Si les poignées, les boutons et les organes analogues sont utilisés pour indiquer la position des interrupteurs ou d'éléments constituants analogues, ils ne doivent pas pouvoir être montés dans une position incorrecte, si cela peut entraîner un danger.

*La vérification est effectuée par examen, par un essai à la main et en essayant d'enlever la poignée, le bouton, la manette ou le levier par application pendant 1 min d'une force axiale.*

*Si la forme de ces parties est telle qu'il est improbable qu'un effort de traction axial soit appliqué en usage normal, la force doit être de*

*15 N dans le cas des organes de manœuvre des éléments constituants électriques;  
20 N dans les autres cas.*

*Si la forme est telle qu'il est probable qu'un effort de traction axial soit appliqué, la force doit être de:*

*30 N dans le cas des organes de manœuvre des éléments constituants électriques;  
50 N dans les autres cas.*

Les matières de remplissage et les matières analogues autres que les résines durcissant à l'air ne sont pas considérées comme satisfaisantes pour éviter le desserrage.

- 4.3.6 Il ne faut pas compter sur des courroies d'entraînement et des dispositifs de couplage pour assurer l'isolation électrique, à moins que la courroie ou le dispositif de couplage ne soit d'une construction spéciale évitant le risque d'un remplacement inapproprié.

*La vérification est effectuée par examen.*

- 4.3.7 Des éléments qui constituent une isolation supplémentaire ou une isolation renforcée et qui risquent d'être oubliés lors du remontage après des opérations d'entretien, doivent être:

- soit fixés de façon à ne pouvoir être enlevés sans être sérieusement endommagés;
- soit conçus de façon qu'ils ne puissent être replacés dans une position incorrecte et que, s'ils sont oubliés, le matériel ne puisse fonctionner ou soit manifestement incomplet.

Toutefois, un manchon peut être utilisé comme isolation supplémentaire sur des conducteurs internes s'il est maintenu en place par des moyens efficaces.

*Compliance is checked by manual test.*

- 4.3.2 Equipment shall be so constructed that manual adjustment of control devices requires the use of a tool if inadvertent adjustment might create a hazard.

*Compliance is checked by manual test.*

- 4.3.3 Floor-standing equipment shall be so constructed that in the event of liquid spillage onto the supporting surface from the equipment or from an external source, no electrical shock hazard results. If there is an opening in the base, all parts at hazardous voltages shall be at least 6 mm vertical distance from the supporting surface.

*Compliance is checked by inspection and by measurement.*

- 4.3.4 Equipment employing powders, liquids or gases shall be so constructed as to ensure that no hazard within the meaning of this standard is created by condensation, vaporization, leakage, spillage or corrosion. In particular, creepage distances and clearances shall not be reduced below the requirements of Sub-clause 2.9.

*Compliance is checked by visual inspection.*

- 4.3.5 Handles, knobs, grips, levers and the like shall be fixed in a reliable manner so that they will not work loose in normal use if this might result in a hazard.

If handles, knobs and the like are used to indicate the position of switches or similar components, it shall not be possible to fix them in a wrong position if this might result in a hazard.

*Compliance is checked by inspection, by manual test and by trying to remove the handle, knob, grip or lever by applying for 1 min an axial force.*

*If the shape of these parts is such that an axial pull is unlikely to be applied in normal use, the force shall be:*

*15 N for operating means of electrical components;  
20 N in other cases.*

*If the shape is such that an axial pull is likely to be applied, the force shall be:*

*30 N for operating means of electrical components;  
50 N in other cases.*

Sealing compounds and the like, other than self-hardening resins, are not considered to be adequate to prevent loosening.

- 4.3.6 Driving belts and couplings shall not be relied upon to ensure electrical insulation, unless the belt or coupling is of a special design which removes the risk of inappropriate replacement.

*Compliance is checked by inspection.*

- 4.3.7 Parts which serve as supplementary insulation or reinforced insulation and which might be omitted during reassembly after servicing shall either:

- be fixed in such a way that they cannot be removed without being seriously damaged, or
- be so designed that they cannot be replaced in an incorrect position, and that, if they are omitted, the equipment is rendered inoperable or manifestly incomplete.

Sleeving may, however, be used as supplementary insulation on internal wiring, if it is retained in position by positive means.

Un manchon est considéré comme fixé efficacement s'il ne peut être enlevé qu'en étant cassé ou coupé, ou s'il est fixé à ses deux extrémités.

*La vérification est effectuée par examen et par un essai à la main.*

- 4.3.8 A l'intérieur du matériel, la gaine d'un câble souple ne doit être utilisée comme isolation supplémentaire qu'à l'endroit où elle n'est pas soumise à des contraintes mécaniques ou thermiques excessives et si ses propriétés isolantes ne sont pas inférieures à celles qui sont spécifiées dans les Publications 227 et 245 de la CEI: Conducteurs et câbles isolés au caoutchouc, de tension nominale au plus égale à 450/750 V, pour les gaines des câbles souples.

*La vérification est effectuée par examen.*

- 4.3.9 Tout intervalle d'assemblage d'une largeur supérieure à 0,3 mm dans une isolation supplémentaire ne doit pas coïncider avec un intervalle similaire dans une isolation principale et un tel intervalle dans une isolation renforcée ne doit pas donner accès à des parties sous tension dangereuse.

*La vérification est effectuée par examen et par des mesures.*

- 4.3.10 Le matériel doit être conçu de façon que les lignes de fuite et les distances dans l'air sur une isolation supplémentaire ou une isolation renforcée ne puissent être réduites, par suite des effets de l'usure, au-dessous des valeurs spécifiées au paragraphe 2.9. Il doit être construit de façon que si des fils, des vis, des écrous, des rondelles, des ressorts ou des pièces analogues se desserrent ou se détachent, elles ne puissent, en usage normal, se placer dans une position telle que les lignes de fuite ou les distances dans l'air sur une isolation supplémentaire ou sur une isolation renforcée soient réduites à moins de 50% de la valeur spécifiée au paragraphe 2.9.

*La vérification est effectuée par examen, par des mesures et par un essai à la main.*

Pour l'application de cette prescription:

- il est admis que deux fixations indépendantes ne se détacheront pas simultanément;
- les parties fixées au moyen de vis et d'écrous avec des rondelles de blocage ou d'autres moyens de blocage sont considérées comme n'étant pas susceptibles de se desserrer, pourvu que le remplacement du câble souple d'alimentation n'exige pas l'enlèvement de ces vis et de ces écrous;
- les fils à connexions soudées ne sont pas considérés comme suffisamment fixés, à moins qu'ils ne soient maintenus en place à proximité de l'extrémité soudée, indépendamment de la soudure;
- les fils connectés aux bornes ne sont pas considérés comme suffisamment fixés à moins qu'une fixation supplémentaire ne soit prévue à proximité de la borne, cette fixation supplémentaire, dans le cas des âmes câblées, serrant l'enveloppe isolante et pas seulement l'âme;
- de courts conducteurs rigides ne sont pas considérés comme susceptibles de s'échapper d'une borne, s'ils restent en position lorsque la vis de la borne est desserrée.

- 4.3.11 L'isolation supplémentaire et l'isolation renforcée doivent être conçues ou protégées de façon qu'elles ne soient pas susceptibles d'être affectées par un dépôt de poussière ou par de la poussière produite par l'usure de parties internes du matériel, à tel point que les lignes de fuite et les distances dans l'air soient réduites au-dessous des valeurs spécifiées au paragraphe 2.9.

Les parties en caoutchouc synthétique utilisées comme isolation supplémentaire doivent résister au vieillissement et être disposées et dimensionnées de façon que les lignes de fuite ne soient pas réduites au-dessous des valeurs spécifiées au paragraphe 2.9, quelles que soient les craquelures qui peuvent se produire.

*La vérification est effectuée par examen et par des mesures.*

- 4.3.12 Le matériel doit être construit de façon que les conducteurs internes, les enroulements, les collecteurs, les bagues et les organes analogues, et l'isolation en général, ne soient pas exposés à l'huile, à la graisse et aux substances similaires, à moins que la construction ne nécessite l'exposition de l'isolation à l'huile ou à la graisse, comme dans les engrenages et organes analogues, auquel cas l'isolation doit avoir des propriétés adéquates, dans les conditions de lubrification normale.

*La vérification est effectuée par examen.*

A sleeve is considered to be fixed by positive means if it can only be removed by breaking or cutting or if it is clamped at both ends.

*Compliance is checked by inspection and by manual test.*

- 4.3.8 Inside the equipment, the sheath (jacket) of a flexible cord shall only be used as supplementary insulation where it is not subject to undue mechanical or thermal stresses and if its insulating properties are not less than those specified in IEC Publications 227 and 245: Rubber Insulated Cables of Rated Voltages up to and Including 450/750 V, for the sheaths of flexible cords.

*Compliance is checked by inspection*

- 4.3.9 Any assembly gap with a width greater than 0.3 mm in supplementary insulation shall not be coincidental with any such gap in basic insulation, neither shall any such gap in reinforced insulation give straight access to parts at hazardous voltage.

*Compliance is checked by inspection and by measurement.*

- 4.3.10 Equipment shall be so designed that creepage distances and clearances over supplementary insulation or reinforced insulation cannot, as a result of wear, be reduced below the values specified in Sub-clause 2.9. They shall be so constructed that, should any wire, screw, nut, washer, spring or similar part become loose or fall out of position, it cannot, in normal use, become so disposed that creepage distances or clearances over supplementary insulation or reinforced insulation are reduced to less than 50% of the value specified in Sub-clause 2.9.

*Compliance is checked by inspection, by measurement and by manual test.*

For the purpose of this requirements:

- it is not to be expected that two independent fixings will become loose at the same time;
- parts fixed by means of screws or nuts provided with self-locking washers or other locking means are regarded as not liable to become loose, provided these screws or nuts are not required to be removed during the replacement of the supply cord;
- wires connected by soldering are not considered to be adequately fixed, unless they are held in place near to the termination, independently of the solder;
- wires connected to terminals are not considered to be adequately secured, unless an additional fixing is provided near to the terminal, this additional fixing in the case of stranded conductors, clamping the insulation and not only the conductor;
- short rigid wires are not regarded as liable to come away from a terminal, if they remain in position when the terminal screw is loosened.

- 4.3.11 Supplementary insulation and reinforced insulation shall be so designed or protected that they are not likely to be impaired by deposition of dirt, or by dust resulting from wear of parts within the equipment, to such an extent that creepage distances and clearances are reduced below the values specified in Sub-clause 2.9.

Parts of synthetic rubber used as supplementary insulation shall be resistant to ageing and be so arranged and dimensioned that creepage distances are not reduced below the values specified in Sub-clause 2.9 in any cracks that may occur.

*Compliance is checked by inspection and by measurement.*

- 4.3.12 Equipment shall be so constructed that internal wiring, windings, commutators, slip-rings and the like, and insulation in general, are not exposed to oil, grease or similar substances, unless the construction necessitates that insulation be exposed to oil, or grease, as in gears and the like, in which case the insulation shall have adequate properties under conditions of normal lubrication.

*Compliance is checked by inspection.*

- 4.3.13 Le matériel pouvant produire de la radiation ionisante, de l'ozone ou de la lumière ultraviolette, ou dans lequel existent des liquides, des gaz inflammables ou des dangers analogues, doit être conçu de façon à assurer une protection adéquate contre les effets nuisibles à l'égard des personnes et toute détérioration des matériaux affectant la sécurité doit être empêchée.

*La conformité aux prescriptions applicables à la protection des personnes contre les effets dus aux rayonnements ionisants est déterminée par la méthode et les limites décrites à l'annexe H.*

- 4.3.14 Le matériel utilisant de la poudre ou produisant de la poussière telle que la poussière de papier, doit être conçu de façon qu'il n'y ait des poussières ou des poudres qu'aux emplacements où le fonctionnement des éléments constitutifs, l'isolation électrique, les lignes de fuite ou les distances dans l'air ne seront pas affectés au point qu'il en résulte un danger.

*La vérification est effectuée par examen.*

- 4.3.15 Les assemblages et les connexions électriques réalisés au moyen de vis doivent être capables de résister aux efforts mécaniques qui se produisent en usage normal.

Les vis qui assurent une connexion mécanique entre différentes parties du matériel doivent être protégées contre le desserrage, si la connexion transporte le courant.

Des rondelles élastiques et organes analogues peuvent constituer une protection suffisante.

- 4.3.16 Les vis à filet gros (pour tôle) ne doivent pas être utilisées pour la connexion des parties transportant le courant, sauf si elles serrent directement ces parties l'une contre l'autre et sont pourvues d'un dispositif de blocage approprié.

Les vis tarauds ne doivent pas être utilisées pour la connexion électrique des parties transportant le courant, sauf si elles donnent naissance à un filetage normal. Ces vis ne doivent toutefois pas être utilisées si elles sont manœuvrées par l'utilisateur ou l'installateur, à moins que le filetage ne soit formé par emboutissage.

Les vis tarauds et les vis à filet gros peuvent être utilisées pour assurer la continuité de la mise à la terre, pourvu qu'il ne soit pas nécessaire, en usage normal, d'interrompre la connexion et que deux vis au moins soient utilisées pour chaque connexion.

- 4.3.17 Il ne doit pas y avoir d'ouvertures aménagées directement au-dessus des parties sous tension dangereuse sur le dessus de l'enveloppe d'un équipement reposant sur le sol et ayant une hauteur de 1200 mm ou moins.

*La vérification est effectuée par examen.*

- 4.3.18 Les ouvertures aménagées directement au-dessus de parties sous tension dangereuse sur le dessus de l'enveloppe d'un équipement ayant plus de 1200 mm de hauteur ou d'un équipement monté sur pupitre ne doivent pas avoir de dimension supérieure à 5 mm, à moins que leur configuration soit telle qu'il soit impossible d'avoir un accès direct à ces parties.

*La vérification est effectuée par examen.*

- 4.3.13 Equipment which may generate ionizing radiation, ozone or ultra-violet light or in which flammable liquids, flammable gases or similar hazards are present, shall be so designed that harmful effects to persons and damage to materials affecting safety are prevented.

*Compliance with the requirements for personal protection against the effects of ionizing radiation is determined by the procedure and limits of Appendix H.*

- 4.3.14 Equipment using powder or producing dust, such as paper dust, shall be so designed that the dusts or powders are confined in those areas where the functioning of components, or electrical insulation, creepages or clearances will not be adversely affected so as to create a hazard.

*Compliance is checked by inspection.*

- 4.3.15 Screwed connections, electrical or otherwise, shall withstand the mechanical stresses occurring in normal use.

Screws which make a mechanical connection between different parts of the equipment, shall be locked against loosening if the connection carries current.

Spring washers and the like may provide satisfactory locking.

- 4.3.16 Spaced thread (sheet metal) screws shall not be used for the connection of current-carrying parts, unless they clamp these parts directly in contact with each other and are provided with a suitable means of locking.

Thread-cutting (self-tapping) screws shall not be used for the electrical connection of current-carrying parts, unless they generate a full form standard machine screw thread. Such screws shall not, however, be used if they are operated by the user or installer unless the thread is formed by a swageing action.

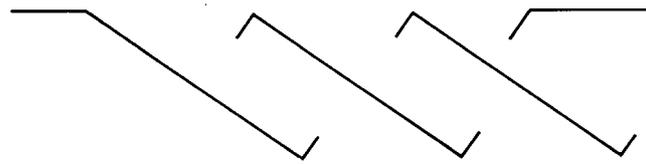
Thread-cutting and spaced thread screws may be used to provide earthing continuity, provided that it is not necessary to disturb the connection in normal use and at least two screws are used for each connection.

- 4.3.17 There shall be no openings directly over parts at hazardous voltage in the top of the enclosure of floor-mounted equipment of 1200 mm or less in height.

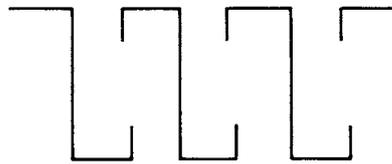
*Compliance is checked by inspection.*

- 4.3.18 Openings directly over parts at hazardous voltage in the top of the enclosure of equipment more than 1200 mm in height or of desk-mounted equipment shall not exceed 5 mm in any dimension unless the configuration is such that straight access to those parts is prevented.

*Compliance is checked by inspection.*



Ouvvertures en biais



Ouvvertures verticales

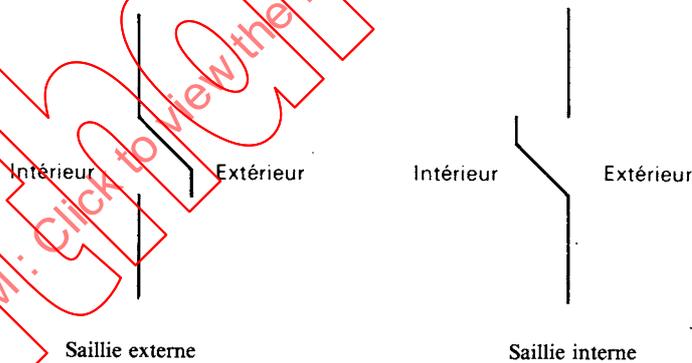
324178

Coupes de modèles de couvercles supérieurs conformes au paragraphe 4.3.18

4.3.19 Sur les parois latérales de l'enveloppe, les ouvertures doivent être placées de telle façon et avoir des dimensions telles qu'elles empêchent l'entrée accidentelle d'un corps étranger susceptible d'être présent et de provoquer un danger.

*La vérification est effectuée par examen.*

Des volets en grille-écran peuvent être utilisés si leur forme est telle qu'ils détournent vers l'extérieur des objets tombants.



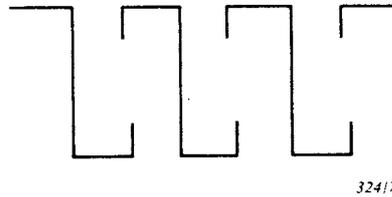
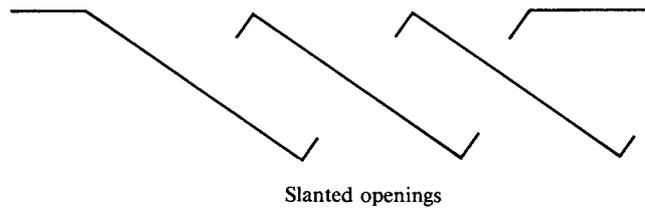
325178

Construction de volets en grille-écran

#### 4.4 Résistance au feu

4.4.1 Le présent paragraphe donne les prescriptions destinées à minimiser le risque d'inflammation et la propagation de la flamme, tant à l'intérieur qu'à l'extérieur du matériel. Cela est obtenu:

- en évitant les températures élevées là où c'est possible, en protégeant ou en séparant les matériaux inflammables des parties à températures élevées (paragraphe 4.4.2 et article A6 de l'annexe A);
- en utilisant des matériaux peu inflammables pour les parties internes (paragraphe 4.4.3 et articles A6, A7 et A8 de l'annexe A);
- en utilisant des enveloppes peu inflammables et à faible indice de propagation de la flamme (paragraphe 4.4.4 et articles A1, A2, A3, A6 et A9 de l'annexe A);



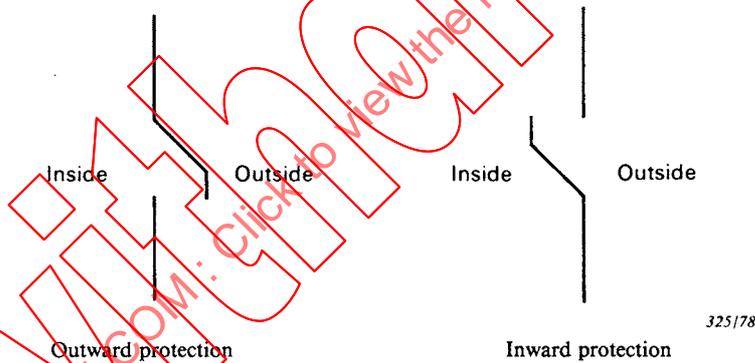
Vertical openings

Cross-sections of top cover designs complying with Sub-clause 4.3.18.

- 4.3.19 In the side of the enclosure, openings shall be so located and of such a size that accidental entry of a foreign object likely to be present and likely to cause a hazard shall be prevented.

*Compliance is checked by inspection.*

Louvres may be used if shaped to deflect falling objects outwards.



Louvre design

#### 4.4 Resistance to fire

- 4.4.1 This sub-clause states requirements intended to minimize the risk of ignition and the spread of flame, both within the equipment and to the outside. This is achieved by:

- avoiding high temperatures where this is possible, or by shielding or spacing flammable materials from high temperature parts (Sub-clause 4.4.2 and Clause A6 of Appendix A);
- using materials of low flammability for internal parts (Sub-clause 4.4.3 and Clauses A6, A7 and A8 of Appendix A);
- using enclosures of low flammability and low flame spread index (Sub-clause 4.4.4 and Clauses A1, A2, A3, A6 and A9 of Appendix A);

- en utilisant des enveloppes ou des écrans pour limiter la propagation du feu à l'intérieur du matériel ou à partir de celui-ci (paragraphe 4.4.5 et 4.4.6, et articles A4 et A5 de l'annexe A).

4.4.2 Le risque d'inflammation dû aux températures élevées doit être réduit au minimum par l'utilisation appropriée d'éléments constitutants ou par une construction convenable.

Les éléments constitutants électriques doivent être utilisés de façon que leur température maximale de service dans les conditions les plus défavorables en l'absence de défaut soit inférieure à celle qui est nécessaire pour entraîner leur inflammation, celle des matériaux environnants ou des lubrifiants avec lesquels ces éléments peuvent entrer en contact. Les limites de température du paragraphe 5.1 ne doivent pas être dépassées.

Les matériaux combustibles utilisés ne doivent pas être soumis, en usage normal, à des températures susceptibles de provoquer leur combustion.

Les éléments constitutants fonctionnant à hautes températures doivent être efficacement enfermés ou séparés pour éviter de surchauffer les matériaux et éléments constitutants environnants.

Quand il n'est pas facile de protéger les éléments constitutants contre des surchauffes en condition de défaut, ces éléments doivent être montés sur des matériaux de classe contre l'inflammabilité égale à V-1 ou mieux, et doivent être convenablement séparés des matériaux moins résistants au feu.

*La vérification est effectuée par examen et, si nécessaire, par un essai.*

4.4.3 Les éléments constitutants et les parties du matériel doivent être construits de façon telle ou utiliser des matériaux tels que la propagation du feu soit réduite au minimum.

*La vérification est effectuée par examen et, si nécessaire, par des essais correspondants.*

Sauf spécification contraire ci-après, tous les matériaux et éléments constitutants auxquels les essais s'appliquent doivent avoir une classe contre l'inflammabilité égale au moins à V-2 ou HF-2.

Les éléments constitutants électriques qui répondent aux prescriptions concernant l'inflammabilité contenues dans des prescriptions particulières de la CEI ou des prescriptions nationales équivalentes concernant cet élément constituant sont exemptés.

Les cartes imprimées qui comportent des circuits primaires ou celles qui sont disposées dans des circuits secondaires où tout défaut de liaison entre le conducteur et les matériaux de base pourrait provoquer un contact avec des parties sous tension primaires non isolées doivent être conformes aux normes correspondantes de la CEI concernant le mode de construction particulier.

Un faisceau de câbles doit utiliser des matériaux qui sont classés V-2 ou mieux ou qui sont conformes aux prescriptions des normes correspondantes de la CEI.

En variante, le faisceau de câble, essayé comme un ensemble, doit être classé V-2 ou mieux.

Il n'est pas nécessaire d'exiger la conformité des colliers individuels (à l'exclusion des revêtements hélicoïdaux ou autres revêtements continus), des rubans de laçage, des attaches de câbles ou de torons.

Des manchons d'arrêt de traction utilisés sur des câbles sous gaine en polychlorure de vinyle peuvent être de la catégorie HB.

Les boîtiers de compteurs (à condition qu'ils soient jugés par ailleurs propres à recevoir des parties sous tension dangereuse, les cadrans de compteurs et les lampes et/ou les cabochons de signalisation ne sont pas soumis aux prescriptions relatives à l'inflammabilité.

Un filtre à air est jugé conforme si, attaqué par une flamme lorsqu'il est propre, il ne brûle que modérément ou n'émet qu'une quantité modérée de fumée, ou les deux.

Les prescriptions suivantes s'appliquent à des parties isolées par une distance dans l'air au moins égale à 13 mm ou par un écran solide en matériau V-1, de parties électriques autres que les conducteurs et câbles isolés, qui, dans des conditions de défaut, sont susceptibles de provoquer une température pouvant entraîner l'inflammation.

- using enclosures or barriers to limit the spread of fire within, and from, the equipment (Sub-clauses 4.4.5 and 4.4.6 and Clauses A4 and A5 of Appendix A).

4.4.2 The risk of ignition due to high temperature shall be minimized by the appropriate use of components or by suitable construction.

Electrical components shall be used so that their maximum working temperature under the worst case non-fault conditions is less than that necessary to cause ignition to them, their surroundings or lubricating materials with which they are likely to come into contact. The temperature limits of Sub-clause 5.1 shall not be exceeded.

Combustible materials used shall not be subject in normal use to temperatures liable to cause combustion.

Components working at high temperatures shall be effectively shielded or separated to prevent overheating of their surrounding materials and components.

Where it is not practical to protect components against overheating under fault conditions, the components shall be mounted on material of flammability class equal to or better than V-1, and shall be adequately separated from less fire resistant material.

*Compliance is checked by inspection and, where necessary, by test.*

4.4.3 Components and parts of equipment shall be so constructed or make use of materials such that the propagation of fire is minimized.

*Compliance is checked by inspection and, where necessary, by relevant tests.*

Except as noted below, all materials and components to which the tests are applicable shall have a flammability class not less than V-2 or HF-2.

Electrical components meeting flammability requirements contained in individual IEC or equivalent applicable national standards pertaining to the components are exempted.

Printed wiring boards involving primary circuitry, or those located in secondary circuits where failure of the bond between the conductor and the base material could result in contact with uninsulated primary current-carrying parts are required to meet the relevant IEC standards pertaining to the particular construction.

A wiring harness shall comprise individual materials which are equal to or better than class V-2 or which comply with the requirements of relevant IEC standards.

Alternatively, the harness when tested as an assembly shall be equal to or better than class V-2.

Individual clamps (not including helical wraps or other continuous forms), lacing tape, twine and cable ties need not comply.

Strain relief bushings applied over polyvinyl chloride jacketed cord may be class HB.

Meter cases (if otherwise determined to be suitable for mounting of parts at hazardous voltage), meter faces and indicator lamps and/or jewels are exempt from flammability requirements.

An air filter is considered to comply, if, when attacked by flame while clean, it burns only moderately or emits only moderate amounts of smoke, or both.

The following requirements apply to parts which are isolated by 13 mm or more of air or by a solid barrier of V-1 materials from electrical parts other than insulated wires and cables which, under fault conditions, are likely to produce a temperature which could cause ignition.

- Les engrenages, cames, courroies, paliers, dispositifs d'arrêt de traction appliqués sur des câbles sous gaine de polychlorure de vinyle et autres petites pièces qui ne constituent qu'un apport négligeable de combustible dans un incendie sont considérés comme satisfaisants sans essai.
- Les canalisations des circuits d'air ou de fluides et les pièces en plastique cellulaire ne doivent pas être plus inflammables que les catégories HB ou HBF.

L'huile ou les fluides équivalents utilisés pour lubrifier ou refroidir ou dans un système hydraulique doivent avoir un point éclair de 149 °C ou plus et leur cuve doit être de construction hermétique. Le circuit doit être aménagé de façon à permettre l'expansion du fluide et doit comporter des dispositifs incorporés pour réduction automatique de pression.

La présente prescription ne s'applique pas aux huiles de lubrification qui sont appliquées en des endroits de frottement en quantités qui ne constituent qu'un apport négligeable de combustible dans un incendie.

Le matériel utilisant un liquide, une poudre ou un autre matériau qui doit être réapprovisionné, enlevé ou remplacé doit être conçu de façon que :

- le matériau déversé ne puisse entrer en contact avec des parties sous tensions dangereuses, et
- ne puisse se produire toute autre situation dangereuse susceptible d'être provoquée par le remplissage, la vidange, l'emmagasinage, le déplacement normal de l'équipement, etc.

Les liquides qu'il faut recharger, tels les encres d'imprimerie, doivent avoir un point éclair de 60 °C ou plus et ne doivent pas être soumis à une pression suffisante pour provoquer leur pulvérisation avec les exceptions suivantes :

Des liquides inflammables qu'il faut recharger et qui ont un point éclair inférieur à 60 °C et/ou qui sont soumis à une pression suffisante pour provoquer leur pulvérisation peuvent être utilisés, si un examen approprié ne révèle pas de pulvérisations de liquide ou de formation de mélanges vapeur inflammable-air qui pourraient provoquer une explosion ou un risque d'incendie. Cet examen doit également prendre en considération l'intégrité du système de manutention du liquide.

On peut déroger aux prescriptions concernant l'inflammabilité des éléments constitutifs pour ceux qui sont à l'intérieur d'une enveloppe de volume inférieur ou égal à 0,06 m<sup>3</sup>, réalisée entièrement en métal et sans ouvertures de ventilation ou à l'intérieur d'une unité hermétique contenant un gaz inerte.

*La vérification est effectuée par examen et, si nécessaire, par un essai.*

- 4.4.4 Les matériaux utilisés pour la construction des enveloppes du matériel doivent être tels que le risque d'inflammation et la propagation du feu ou des flammes soit réduit au minimum.

*La vérification est effectuée par examen et, si nécessaire, par un essai.*

L'acier, l'aluminium et le verre, trempé, armé ou laminé sont considérés comme conformes sans essai.

*Le matériau doit satisfaire à l'essai d'inflammabilité de l'article A1 de l'annexe A.*

*Au cas où une partie quelconque de l'enveloppe, dans les conditions normales de fonctionnement, est soumise à un échauffement supérieur à 40 K, le matériau doit, avant l'essai, être conditionné comme spécifié à l'article A1, à moins que les caractéristiques de vieillissement du matériau ne soient connues.*

Le matériau des enveloppes du matériel ayant une masse totale ne dépassant pas 25 kg est considéré comme conforme sans essai si sa classe d'inflammabilité est V-1.

Les enveloppes qui ne servent pas à protéger contre un contact avec des parties dangereuses ou les matériaux d'enveloppe utilisés uniquement à des fins mécaniques ou décoratives sont considérés comme conformes sans essai si le matériau a au moins la classe d'inflammabilité HB ou si la surface exposée est de 0,9 m<sup>2</sup> ou moins ou si l'une des dimensions horizontales ou verticales n'est pas supérieure à 1,8 m.

Dans le cas de boîtiers présentant dans un même plan une surface exposée d'un seul tenant de plus de 0,9 m<sup>2</sup> ou dont l'une des dimensions verticale ou horizontale est supérieure à 1,8 m, les matériaux sont jugés conformes s'ils présentent un indice de propagation de la flamme ne dépassant pas 50 pour un essai effectué selon la méthode de l'étuve à panneau radiant décrite à l'article A9 de l'annexe A.

- Gears, cams, belts, bearings, strain-relief applied over p.v.c. jacketed cords and other small parts which contribute negligible fuel to a fire are considered to comply without test.
- Tubing for air or fluid systems and foamed plastic parts shall not be more flammable than HB or HBF.

Oil or equivalent fluids used for lubrication or cooling or in a hydraulic system shall have a flash point of 149 °C or higher and the container shall be of sealed construction. The system shall have provision for expansion of the fluid and shall incorporate means for automatic pressure relief.

This requirement does not apply to lubricating oils which are applied to points of friction in quantities which contribute negligible fuel to a fire.

Equipment using a liquid, powder, or other material that must be replenished, removed, or replaced shall be so designed that:

- spilt material is prevented from contacting parts at hazardous voltages, and
- any other hazardous condition that can result from filling, emptying, storage, normal movement of the equipment, etc., is prevented from occurring.

Replenishable liquids such as printing inks shall have a flash-point of 60 °C or higher and shall not be under pressure sufficient to cause the liquid to atomize with the following exceptions:

Replenishable flammable liquids having a flash-point less than 60 °C and/or under sufficient pressure to cause atomization may be used, if appropriate investigation shows no liquid sprays or build-up of flammable vapour-air mixtures which could cause explosion or fire hazard. This investigation shall also consider the integrity of the liquid-handling system.

The component flammability requirements of this clause may be waived for the components within an enclosure of 0.06 m<sup>3</sup> or less, consisting totally of metal and having no vent openings, or within a sealed unit containing an inert gas.

*Compliance is checked by inspection and, where necessary, by test.*

#### 4.4.4 Materials used in the construction of enclosures of equipment shall be such that the risk of ignition and the spread of fire or flames is minimized.

*Compliance is checked by examination and, where necessary, by test.*

Steel, aluminium and glass which is heat-resistant tempered, wired or laminated are considered to comply without test.

*The material shall comply with the flame test of Clause A1 of Appendix A.*

*If, under normal operating conditions, any portion of the enclosure is subjected to a temperature rise of more than 40 K, the material shall be conditioned as specified in Clause A1 before test, unless ageing characteristics of the material have been established.*

For equipment with a total mass not exceeding 25 kg, the enclosure material is considered to comply without test if the material flammability class is V-1.

Enclosures which do not serve to protect against contact with hazardous parts, or enclosure materials used for mechanical or decorative purposes only, are considered to comply without test if the material is at least class HB and if the exposed surface area is 0.9 m<sup>2</sup> or less or a single horizontal or vertical dimension does not exceed 1.8 m.

For outer enclosures having an exposed surface area of a single unbroken section in the same place greater than 0.9 m<sup>2</sup> or a single horizontal or vertical dimension larger than 1.8 m, the materials are considered to comply if they show a flame spread index not exceeding 50 when tested in accordance with the radiant panel furnace method as described in Clause A9 of Appendix A.

Les échantillons doivent être représentatifs de la section de paroi utilisée. L'indice de propagation de la flamme se définit comme la valeur moyenne obtenue sur six échantillons représentatifs de la section de paroi utilisée, à condition qu'aucun échantillon ne présente de valeur supérieure à 75.

Les enveloppes ayant des surfaces inférieures à celles qui sont spécifiées sont exemptées de l'essai ci-dessus. Les dimensions se rapportent à des sections isolées d'un seul tenant des enveloppes. Si deux côtés d'une seule pièce sont exposés, seul le plus grand côté est mesuré.

Des matériaux combinés, comme les stratifiés, sont essayés en l'état de combinaison.

Les matériaux des enveloppes doivent résister à l'inflammation dans les conditions normales susceptibles de se produire en exploitation.

*La vérification est effectuée par l'essai de l'article A3 de l'annexe A.*

Les matériaux métalliques ou céramiques sont estimés conformes sans essai.

Si des parties sous tension dangereuse non isolées ou des parties qui présentent un danger d'énergie sont situées à une distance égale ou inférieure à 13 mm d'un matériau non métallique utilisé pour une partie ou pour la totalité d'une enveloppe, ce matériau doit satisfaire à l'essai de l'article A2 de l'annexe A.

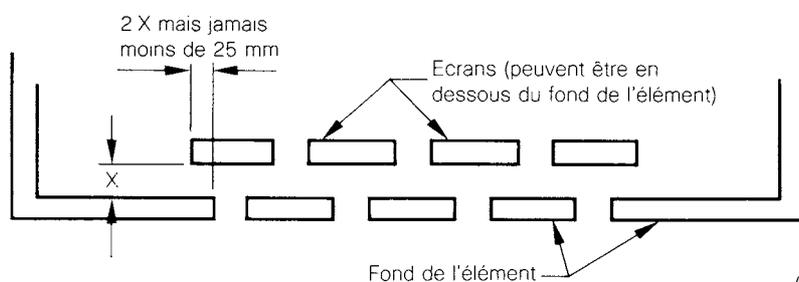
4.4.5 Les enveloppes doivent être conçues et construites de façon à réduire au minimum la possibilité d'émission de flamme, de métal en fusion, de particules enflammées ou incandescentes ou de gouttelettes enflammées.

Avec les exceptions indiquées ci-après, des barrières doivent être prévues sous toutes les parties internes pour éviter que des matériaux tombent directement du matériel sur la surface d'appui.

*La vérification est effectuée par examen et, si nécessaire, par les essais de l'article A4 ou de l'article A5 de l'annexe A.*

*Les constructions suivantes sont considérées comme conformes sans essai:*

- *Ouvertures de toutes dimensions sous:*
  - *les conducteurs à isolant thermoplastique et leurs logements;*
  - *les moteurs protégés par impédance ou thermiquement.*
- *ouvertures inférieures à 40 mm<sup>2</sup> sous:*
  - *des éléments constitutifs ou des parties de classe V-1;*
  - *des éléments constitutifs ou des parties avec barrières individuelles (voir ci-après).*
- *une construction avec une plaque écran comme illustré.*



097/83

*Un panneau de fond en tôle d'acier correspondant aux dimensions limites d'une ligne quelconque au tableau suivant:*

Specimens shall be representative of the wall section used. The flame-spread index shall be defined as the average value based on a sample of six specimens provided no specimen has a value greater than 75.

Enclosures having smaller surface areas than those specified are exempted from the above test. The dimensions refer to single unbroken sections of enclosures. If two sides of a single piece are exposed, only the larger side is measured.

Combined materials such as laminates are tested in their combined form.

Enclosure materials shall be resistant to ignition under abnormal conditions likely to occur in the application.

*Compliance is checked by the test of Clause A3 of Appendix A.*

Metallic or ceramic materials are considered to comply without test.

If uninsulated parts at hazardous voltage or parts which present an energy hazard are located within 13 mm of a non-metallic material used as part or all of an enclosure, the material shall comply with the test of Clause A2 of Appendix A.

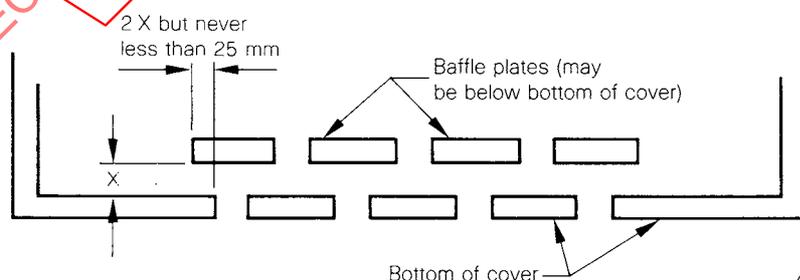
4.4.5 Enclosures shall be designed and constructed to minimize the possibility of emission of flame, molten metal, flaming or glowing particles or flaming drops.

Except as noted below, barriers shall be provided under all internal parts to prevent materials from falling directly from the equipment on to the supporting surface.

*Compliance is checked by inspection and, where necessary, by the tests of either Clause A4 or Clause A5 of Appendix A.*

*The following constructions are considered to comply without test:*

- *Opening of any size under:*
  - *thermoplastic insulated conductors and their receptacles;*
  - *impedance or thermally protected motors.*
- *Openings not larger than 40 mm<sup>2</sup> under:*
  - *components or parts of flammability class V-1;*
  - *components or parts with individual barriers (see below).*
- *A baffle plate construction as illustrated.*



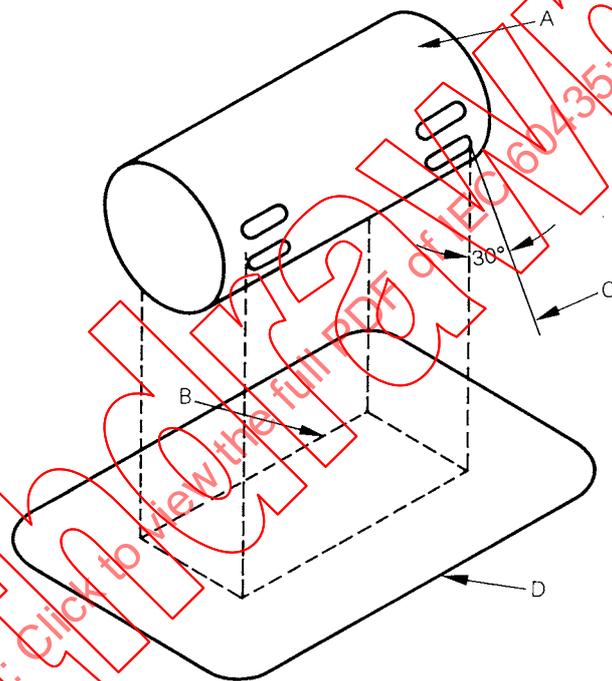
097/83

- *A sheet steel bottom panel corresponding to dimensional limits of any line of the following table.*

Épaisseur minimale (mm)	Diamètre maximal des trous (mm)	Écart minimal entre les centres des trous (mm)
0,76	1,15	1,7
0,76	1,2	2,36
0,89	1,9	3,17
1	1,6	2,7
1	2	3

Un exemple d'une forme acceptable de barrière pour un élément constituant à enveloppe partielle est décrit ci-dessous.

Le matériau de la barrière doit avoir une classification comme pour les autres matériaux d'enveloppe.



098/83

**Légende:**

A = élément constituant entier sous lequel une barrière (plate, bombée avec ou sans lèvre ou rebord) est exigée. La figure représente un élément constituant à enveloppe métallique comportant des ouvertures d'aération à sa partie inférieure pour montrer que la barrière de protection n'est exigée que pour les ouvertures par lesquelles pourraient tomber des particules enflammées. Si l'élément constituant ou l'ensemble ne comporte pas de barrière appropriée, la zone à protéger est toute la surface qu'occupe l'élément constituant ou l'ensemble.

B = projection des contours de la section de (A) nécessitant un écran de fond; il s'agit d'une projection verticale effectuée de haut en bas sur le plan horizontal de l'écran.

C = ligne inclinée qui définit une surface (D) sur le plan horizontal de l'écran. Se déplaçant autour de la surface (B) nécessitant un écran de fond, cette ligne fait un angle de 30° avec la ligne verticale qui part de tous les points du périmètre de (A); elle est orientée de manière à définir la surface la plus large, sauf que l'angle peut être inférieur à 30° si la portion de barrière du couvercle de fond entre en contact avec un écran vertical ou avec un panneau latéral du matériel de l'enveloppe, ou si le prolongement de l'écran au-delà de (B) dépasse 150 mm.

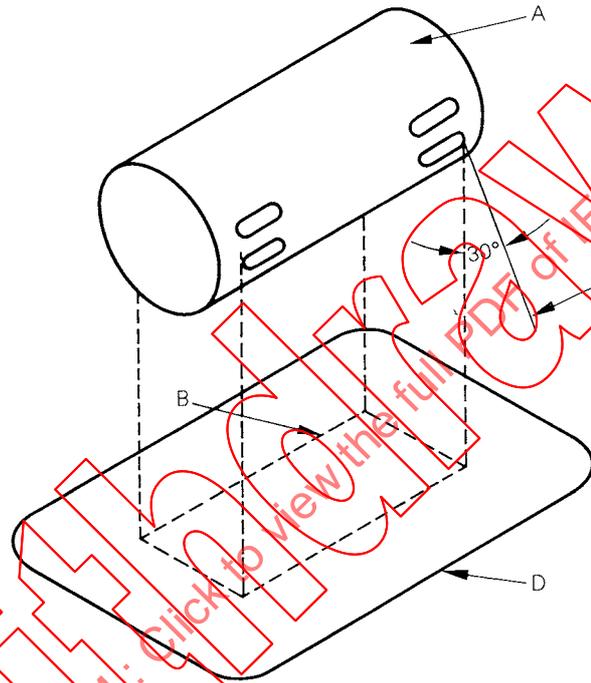
Sur le matériel monté sur table ou sur pupitre, des panneaux ou des écrans de fond comme décrit ci-dessus peuvent être inflammables à condition:

- d'avoir une caractéristique d'inflammabilité V-2 ou meilleure et être conformes aux prescriptions du paragraphe 4.2.1, ou

Minimum thickness (mm)	Maximum diameter of holes (mm)	Minimum spacing of holes centre to centre (mm)
0.76	1.15	1.7
0.76	1.2	2.36
0.89	1.9	3.17
1	1.6	2.7
1	2	3

An example of an acceptable form of barrier for a partially enclosed component is illustrated below.

Barrier material shall be classified as for other enclosure materials.



098/83

**Key:**

A = the entire component under which a barrier (flat or dished with or without a lip or other raised edge) is required. The sketch is of a metal-enclosed component with ventilating openings in the lower part to show that the protective barrier is required only for those openings from which flaming parts might come. If the component or assembly does not have its own relevant enclosure, the area to be protected would be the entire area occupied by the component or assembly.

B = the projection of the outline of that area of (A) which needs a bottom barrier vertically downward on to the horizontal plane of the barrier.

C = inclined line that traces out an area (D) on the horizontal plane of the barrier. Moving around the perimeter of the area (B) which needs a bottom barrier, this line projects at a 30° angle from the line extending vertically at every point around the perimeter of (A) and oriented to trace out the largest area, except that the angle may be less than 30° if the barrier portion of the bottom cover contacts a vertical barrier or side panel of enclosure material or if the extension of the barrier beyond outline (B) would exceed 150 mm.

On desk and table-mounted equipment, bottom panels or barriers as described above may be flammable provided that they:

- have a flammability rating equal to or better than V-2, and are in compliance with the requirements of Sub-clause 4.2.1, or

— être conformes aux prescriptions du paragraphe 4.4.4 pour les enveloppes protégeant contre le contact avec les parties sous tensions dangereuses.

4.4.6 Le matériel doit être construit de façon qu'en présence d'un incendie il n'explose pas ni ne s'effondre ou se déforme en permettant la propagation d'un incendie.

Si des enveloppes sont utilisées pour limiter l'extension d'un incendie, les capots ne doivent pas tomber ni se déformer de façon à réduire leur efficacité contre le maintien du feu à l'intérieur.

#### 4.5 Résistance aux courants de cheminement

Les parties en matière isolante maintenant en position des parties actives dans les circuits primaires et l'isolation supplémentaire des matériels de la classe II à enveloppe métallique doivent être en une matière résistant aux courants de cheminement, si elles sont exposées en usage normal à des condensations excessives ou à une pollution excessive, à moins que les lignes de fuite ne soient au moins égales à deux fois les valeurs spécifiées au paragraphe 2.9.

*Les matières ayant un indice de résistance au cheminement de 175 ou plus lorsqu'elles sont essayées conformément à la 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, sont considérées comme appropriées.*

#### 4.6 Résistance mécanique des tubes à rayons cathodiques et protection contre les effets des implosions.

Les matériels comprenant des tubes à rayons cathodiques dont la dimension maximale de l'écran dépasse 160 mm doivent être munis d'une protection appropriée contre l'effet des implosions et des chocs mécaniques.

Ou bien le tube à rayons cathodiques doit être à sécurité intrinsèque ou bien l'enveloppe de l'appareil doit assurer la protection voulue.

*La vérification est effectuée par examen, par des mesures et par les essais correspondants de la Publication 65 de la CEI, Quatrième édition 1976, et Modification n° 1, 1978: Règles de sécurité pour les appareils électroniques et appareils associés à usage domestique ou à usage général analogue, reliés à un réseau, soit, pour les tubes à rayons cathodiques à sécurité intrinsèque, par les essais du paragraphe 18.2, soit, pour les matériels comprenant des tubes à rayons cathodiques sans sécurité intrinsèque, par les essais du paragraphe 18.3.*

*En variante, la conformité à une édition ultérieure de la Publication 65 de la CEI sera acceptable.*

### 5. Essais thermiques et électriques

#### 5.1 Echauffements

En usage normal, le matériel ne doit pas atteindre des températures excessives.

*La vérification consiste à déterminer les échauffements des différentes parties dans les conditions suivantes:*

*Le matériel est mis en fonctionnement sous la charge normale jusqu'à l'obtention de l'état de régime.*

*Les éléments constitutants et autres parties peuvent être essayés indépendamment sous réserve de respecter les conditions d'essai applicables au matériel.*

*Le matériel destiné à être monté dans des baies ou à être incorporé dans de grands équipements doit être essayé dans les conditions les plus défavorables réelles ou simulées, autorisées par les instructions d'installation du constructeur.*

— are in compliance with the requirements of Sub-clause 4.4.4 for enclosures protecting against contact with parts at hazardous voltages.

4.4.6 Equipment shall be so constructed that in the event of a fire it shall not explode or collapse, nor distort so as to increase the propagation of a fire.

Where enclosures are used to limit the spread of a fire, covers shall not fall off, nor distort so as to reduce their effectiveness in enclosing a fire.

4.5 *Resistance to tracking*

Insulating parts supporting conductive parts in primary circuits and supplementary insulation of metal-encased Class II equipment, shall be of material resistant to tracking, if they are exposed to excessive deposition of moisture or dirt in normal use, unless the creepage distances are at least equal to twice the values specified in Sub-clause 2.9.

*Materials having a comparative tracking index of 175 or more when tested according to IEC Publication 112: Method for Determining the Comparative and the Proof-tracking Indices of Solid Insulating Materials under Moist Conditions, are considered to be adequate.*

4.6 *Mechanical strength of cathode ray tubes and protection against the effects of implosion*

Equipment containing cathode ray tubes having a maximum face dimension exceeding 160 mm shall provide adequate protection against the effects of implosion and mechanical impact.

Either the cathode ray tube shall be intrinsically safe, or the enclosure of the equipment shall provide the required protection.

*Compliance is checked by inspection, by measurement, and by the relevant tests of IEC Publication 65, Fourth edition 1976, and Amendment No. 1, 1978: Safety Requirements for Mains Operated Electronic and Related Apparatus for Household and Similar General Use, either, for intrinsically safe cathode ray tubes, the tests of Sub-clause 18.2, or, for equipment containing cathode ray tubes which are not intrinsically safe, the tests of Sub-clause 18.3.*

*Alternatively, compliance with a future edition of IEC Publication 65 will be acceptable.*

5. **Thermal and electrical tests**

5.1 *Heating*

In normal use, the equipment shall not attain excessive temperatures.

*Compliance is checked by determining the temperature rise of the various parts under the following conditions.*

*The equipment is operated under normal load until steady conditions are established.*

*Components and other parts may be tested independently provided the test conditions applicable to the equipment are adhered to.*

*Equipment intended for rack-mounting or for incorporation in larger equipment shall be tested under the most adverse conditions, actual or simulated, permitted in the manufacturer's installation instructions.*

Pour la détermination des échauffements des poignées, des boutons, des manettes et des organes analogues, sont prises en considération toutes les parties qui sont saisies en usage normal et, pour les organes en matière isolante, les parties en contact avec du métal chaud.

L'échauffement de l'isolation électrique, dont la défaillance pourrait provoquer un danger, est mesuré sur la surface de l'isolation.

Pour l'échauffement des enroulements, voir paragraphe 1.4.8.

Pendant l'essai les coupe-circuit thermiques ne doivent pas fonctionner. Les échauffements ne doivent pas être supérieurs aux valeurs indiquées dans le tableau suivant et la matière de remplissage éventuelle ne doit pas couler.

Parties	Echauffements (K)
Enroulements, si l'isolation est : — en matière de la classe A <sup>1)</sup> — en matière de la classe E <sup>1)</sup> — en matière de la classe B <sup>1)</sup> — en matière de la classe F <sup>1) 3)</sup> — en matière de la classe H <sup>1) 3)</sup>	75 90 95 115 140
Parties externes : — Surfaces extérieures des enveloppes — Boutons, poignées, etc., métalliques touchés en usage normal — Boutons, poignées, etc., non métalliques touchés en usage normal <sup>2)</sup>	60 30 50
Matériaux thermoplastiques utilisés comme isolation	Voir <sup>4)</sup>
Autres parties	Voir <sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> La classification est conforme à la Publication 85 de la CEI : Recommandations relatives à la classification des matières isolantes destinées à l'isolement des machines et appareils électriques en fonction de leur stabilité thermique en service. Lorsque les échauffements des enroulements sont déterminés au moyen de thermocouples, ces valeurs sont réduites de 10 K, sauf dans le cas des moteurs pour courant alternatif.

<sup>2)</sup> L'échauffement pour une matière isolante déterminée est limité à celui spécifié dans la Publication 85 de la CEI.

<sup>3)</sup> Des moteurs avec des enroulements de la classe F ou H doivent être marqués en conséquence.

<sup>4)</sup> Du fait de leur grande variété, il n'est pas possible de spécifier les échauffements admissibles pour les matières thermoplastiques. Pendant que la question est à l'étude, la méthode suivante est suggérée :

- Une température arbitraire de ramollissement pour la matière doit être déterminée sur un échantillon séparé, au moyen d'un essai analogue à l'essai Vicat (Réf. ISO R 306) :
  - section de l'aiguille de pénétration : 1 mm<sup>2</sup> ;
  - charge : 10 N ;
  - vitesse d'échauffement : 50 K par heure.

La température de ramollissement est celle pour laquelle la profondeur de pénétration est analogue à l'essai Vicat.

— Les limites de température à prendre en considération pour déterminer les échauffements sont :

- dans les conditions d'essai de référence, une température inférieure de 10 K à la température de ramollissement ;
- dans les conditions de défaut, la température de ramollissement.

L'attention est attirée sur le fait que, sur une longue période, les propriétés mécaniques et électriques de certains matériaux isolants peuvent être détériorées, par exemple du fait de plastifiants s'évaporant à des températures inférieures à la température de ramollissement.

## 5.2 Courant de fuite à la terre

Les essais spécifiés dans les paragraphes 5.2.1 à 5.2.4 s'appliquent au matériel destiné à être raccordé à des systèmes d'alimentation à schémas TN ou TT.

Pour le matériel destiné à être raccordé à des systèmes à schéma IT, les essais de l'annexe G sont applicables.

### 5.2.1 Le matériel ne doit pas avoir un courant de fuite à la terre supérieur aux valeurs suivantes, lorsqu'il est mesuré conformément aux paragraphes 5.2.2 ou 5.2.3 :

In determining the temperature rises of handles, knobs, grips, and the like, consideration is given to all parts which are gripped in normal use and, if of insulating material, to parts in contact with hot metal.

The temperature rise of electrical insulation, failure of which could cause a hazard, is measured on the surface of the insulation.

For temperature rise of windings, see Sub-clause 1.4.8.

During the test, thermal cut-outs shall not operate. The temperature rises shall not exceed the values shown in the following table and sealing compound, if any, shall not flow out.

Parts	Temperature rise (K)
Windings, if the winding insulation is:	
— of Class A material <sup>1)</sup>	75
— of Class E material <sup>1)</sup>	90
— of Class B material <sup>1)</sup>	95
— of Class F material <sup>1) 3)</sup>	115
— of Class H material <sup>1) 3)</sup>	140
External parts:	
— outer surfaces of enclosures	60
— metallic knobs, handles, etc., touched in normal use	30
— non-metallic knobs, handles, etc., touched in normal use <sup>2)</sup>	50
	6
Thermoplastic materials used as insulation	See <sup>4)</sup>
Other parts	See <sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> The classification is in accordance with IEC Publication 85, Recommendations for Classification of Materials for the Insulation of Electrical Machinery and Apparatus in Relation to their Thermal Stability in Service. When temperature rises of windings are determined by thermocouples, these figures are reduced by 10 K except in the case of a.c. motors.

<sup>2)</sup> The temperature rise for a given insulating material is limited to that specified in IEC Publication 85.

<sup>3)</sup> Motors with windings of Class F or H are required to be so marked.

<sup>4)</sup> Due to their wide variety, it is not possible to specify permissible temperature rises for thermoplastic materials. While the matter is under consideration, the following method is suggested:

— An arbitrary softening temperature of the material shall be determined on a separate sample, with a test similar to the Vicat test (Ref. ISO-R 306):

- cross-section of penetrating needle:  $> 1 \text{ mm}^2$ ;
- load: 10 N;
- heating rate: 50 K per hour.

The softening temperature is that for which the depth of penetration is similar to the Vicat test.

— The temperature limits to be considered for determining the temperature rises are:

- under reference test conditions, a temperature 10 K lower than the softening temperature;
- under fault conditions, the softening temperature.

Consideration should be drawn to the fact that, on a long-term basis, the electrical and mechanical properties of certain insulating materials may be adversely affected, e.g. by softeners evaporating at temperatures below the softening temperature.

## 5.2 Earth leakage current

The tests specified in Sub-clauses 5.2.1 to 5.2.4 apply to equipment intended to be connected to TN or TT power supply systems.

For equipment intended to be connected to IT systems, the test of Appendix G shall be applied.

5.2.1 Equipment shall not have earth leakage current in excess of the following values when measured as defined in Sub-clause 5.2.2. or 5.2.3:

- matériel de la classe II: 0,25 mA;
- matériel portatif de la classe I: 0,75 mA;
- matériel mobile de la classe I: 3,5 mA;
- matériel fixe de la classe I connecté par prise de courant: 3,5 mA;
- matériel fixe de la classe I connecté à demeure: 3,5 mA ou 5% du courant de charge de l'équipement, sous réserve des conditions du paragraphe 5.2.4.

*Au sens de la présente prescription, un matériel de classe I alimenté au moyen d'une prise de courant conforme à la Publication 309 de la CEI: Prises de courant pour usages industriels, est considéré comme connecté à demeure.*

D'autres types de prises de courant peuvent être utilisés dans certains pays.

Dans le cas de systèmes comprenant des équipements interconnectés avec des connexions individuelles au réseau primaire, chaque équipement doit être essayé. Les systèmes comprenant des équipements interconnectés avec une seule connexion au réseau primaire doivent être considérés comme un seul équipement.

Les équipements prévus pour des alimentations multiples doivent être essayés avec une seule alimentation en service.

Si une étude du diagramme des circuits met en évidence que le courant de fuite à la terre dépassera 3,5 mA, mais non 5% du courant de charge de l'équipement, il n'est pas nécessaire de faire les essais.

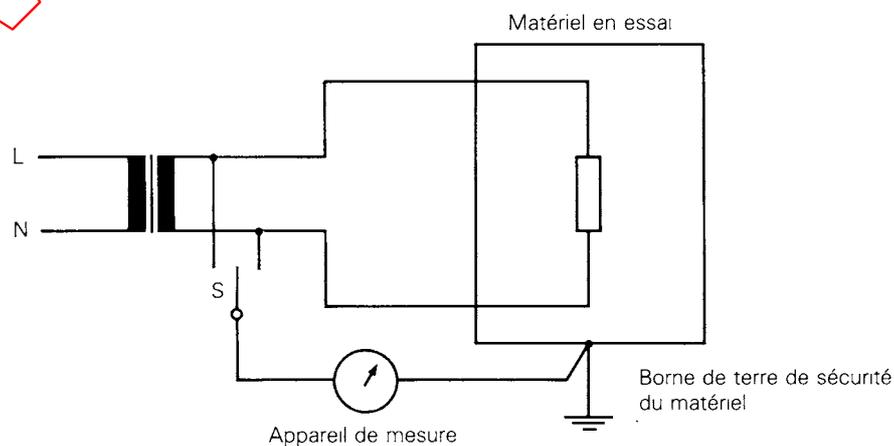
*La vérification est effectuée par les essais ci-dessous qui sont faits en utilisant l'instrument de mesure décrit dans l'annexe D, ou tout autre circuit donnant les mêmes résultats et de préférence en utilisant un transformateur d'isolement comme indiqué. Si n'est pas possible d'utiliser un transformateur d'isolement, le matériel doit être placé sur un support isolant, non mis à la terre, et des précautions adéquates de sécurité doivent être prises pour l'éventualité de la mise sous tension dangereuse de la masse du matériel.*

*Pour le matériel de la classe II, l'essai doit être effectué sur les parties conductrices accessibles à l'opérateur et une feuille métallique placée sur les parties non conductrices accessibles à l'opérateur.*

*S'il y a un inconvénient à essayer le matériel à la tension d'alimentation la plus défavorable (voir paragraphe 1.4.5), on peut faire l'essai à une tension dans la tolérance de la tension nominale ou dans la plage nominale de tensions et les résultats extrêmes peuvent être déduits par calcul.*

5.2.2 Pour le matériel monophasé destiné à fonctionner entre phase et neutre, l'essai doit être effectué en utilisant le circuit de la figure ci-dessous.

*Pendant l'essai, l'interrupteur S et tout interrupteur à l'intérieur du matériel commandant le circuit d'alimentation primaire et susceptible d'être manœuvré en usage normal sont ouverts et fermés dans toutes les combinaisons possibles.*



- Class II equipment: 0.25 mA;
- Class I hand-held equipment: 0.75 mA;
- Class I movable equipment: 3.5 mA;
- Class I pluggable stationary equipment: 3.5 mA;
- Class I permanently connected stationary equipment: 3.5 mA or 5% of equipment input current, subject to the conditions in Sub-clause 5.2.4.

*For the purpose of this requirement, Class I pluggable equipment supplied through a plug and socket conforming with IEC Publication 309: Plugs, Socket-outlets and Couplers for Industrial Purposes, is considered to be permanently connected.*

Other types of plugs may be used in some countries.

Systems of interconnected equipment with individual primary power connections shall have each equipment tested. Systems of interconnected units with one primary power connection shall be considered as a single piece of equipment.

Equipment designed for multiple (redundant) supplies shall be tested with only one supply connected.

Where from a study of the circuit diagrams, it is clear that the earth leakage current will exceed 3.5 mA, but will not exceed 5% of equipment input current, the tests need not be made.

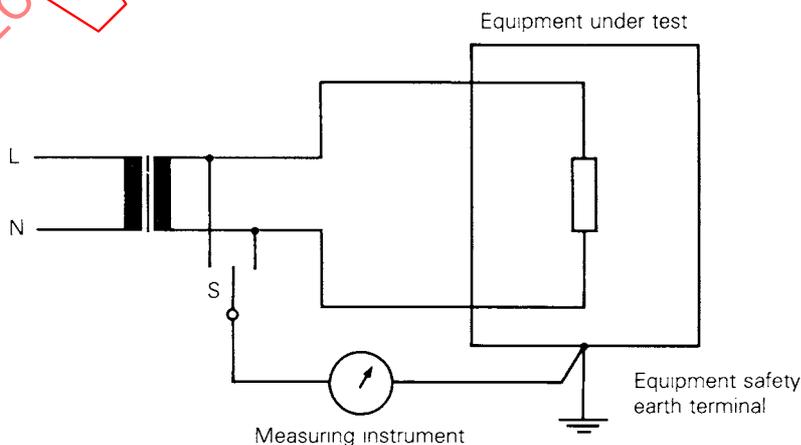
*Compliance is checked by the tests below which are carried out using the measuring instrument described in Appendix D, or any other circuit giving the same results and preferably using an isolating supply transformer as shown. If the use of an isolating transformer is not practicable, the equipment shall be mounted on an insulating stand, not earthed, and due safety precautions shall be taken in view of the possibility of the body of the equipment being at a hazardous voltage.*

*For Class II equipment, the test shall be made to operator accessible conductive parts and to metal foil on operator accessible non-conductive parts.*

*Where it is inconvenient to test equipment at the most unfavourable supply voltage (see Sub-clause 1.4.5), it may be tested within the tolerance of the rated voltage or within the rated voltage range and the extreme results deduced by calculation.*

5.2.2 For single-phase equipment intended for operation between one phase conductor and neutral, the test shall be carried out using the circuit of the figure below.

*During the test, switch S and any switches within the equipment controlling primary power and likely to be operated in normal use are opened and closed in all possible combinations.*

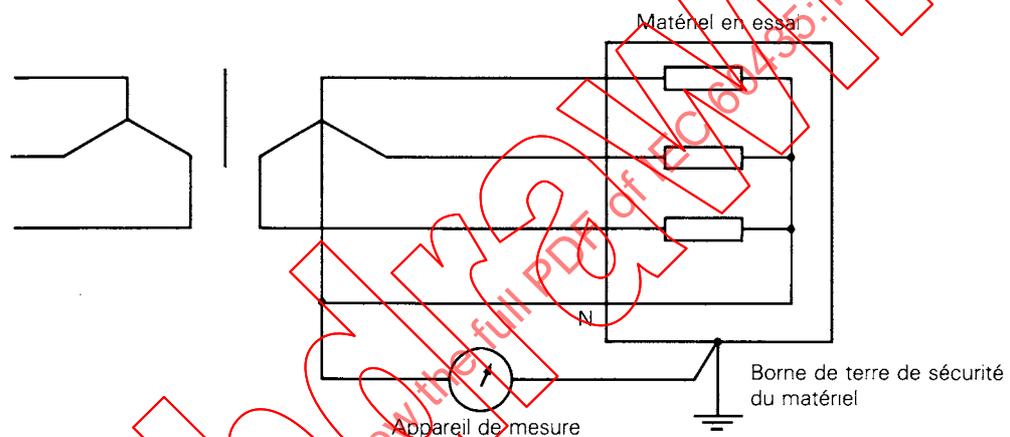


Aucune des valeurs de courant ne doit dépasser la limite correspondante spécifiée au paragraphe 5.2.1.

5.2.3 Le matériel triphasé et le matériel destiné à fonctionner entre deux phases doivent être essayés en utilisant le circuit de la figure ci-dessous. Pendant l'essai, tous les interrupteurs à l'intérieur du matériel commandant le circuit d'alimentation primaire et susceptible d'être manœuvrés en usage normal sont ouverts et fermés dans toutes les combinaisons possibles. Tous les éléments constituants utilisés pour l'antiparasitage et reliés entre phase et terre par une connexion unique doivent être déconnectés un par un. A cet effet, les groupes d'éléments constituants en parallèle reliés par une connexion unique doivent être traités comme des éléments constituants uniques.

Si les filtres sont normalement enrobés, il pourra être nécessaire de fournir un filtre non enrobé pour cet essai ou pour simuler le réseau du filtre. Chaque fois qu'on déconnecte une connexion à la terre de l'élément constituant, il y a lieu de répéter la séquence de manœuvre des interrupteurs.

Aucune des valeurs de courant ne doit dépasser la limite correspondante spécifiée au paragraphe 5.2.1.



100/83

5.2.4 Le matériel fixe de la classe I qui dépasse la limite de 3,5 mA est soumis aux conditions suivantes:

- Les conducteurs d'alimentation et les conducteurs de terre du câble d'alimentation doivent être connectés à demeure au matériel et à l'installation fixe.
- Le courant de fuite ne doit pas dépasser 5% du courant de charge normal de l'équipement par phase. Si la charge n'est pas équilibrée, il faut utiliser pour ce calcul le plus élevé des courants sur les trois phases.

Si nécessaire, les essais des paragraphes 5.2.2 et 5.2.3 sont utilisés, mais avec un appareil de mesure à impédance négligeable.

- Une étiquette portant l'avertissement:

**COURANT DE FUITE ÉLEVÉ, RACCORDEMENT À LA TERRE INDISPENSABLE  
AVANT RACCORDEMENT AU RÉSEAU**

ou un texte analogue doit être fixée au voisinage de l'entrée de l'alimentation de l'unité.

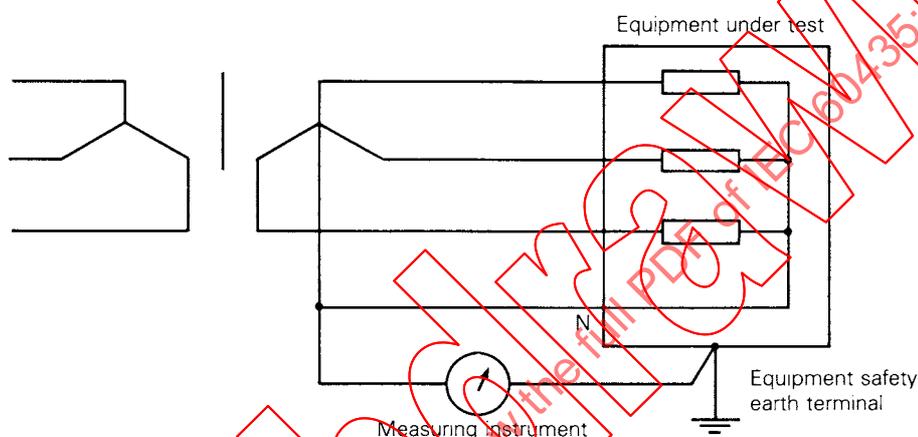
- La section du conducteur de terre de protection interne ne doit pas être inférieure à 1,0 mm<sup>2</sup> sur le parcours du courant de fuite élevé.
- De plus, il est recommandé que soit installé un moyen de détection de la défaillance de la continuité du conducteur de terre de protection dans tous les équipements ayant un courant de fuite supérieur à 3,5 mA.

*None of the current values shall exceed the relevant limit specified in Sub-clause 5.2.1*

5.2.3 *Three-phase equipment and equipment intended for operation between two phase conductors shall be tested using the circuit of the figure below. During the test, any switches within the equipment controlling primary power and likely to be operated in normal use are opened and closed in any combination. Any components used for EMI suppression and connected between phase and earth shall be disconnected one at a time; for this purpose, groups of components in parallel connected through a single connection shall be treated as single components.*

Where filters are normally encapsulated, it may be necessary to provide an unencapsulated unit for this test or to simulate the filter network. Each time a line-to-earth component is disconnected, the sequence of switch operation needs to be repeated.

*None of the current values shall exceed the relevant limit specified in Sub-clause 5.2.1*



100/83

5.2.4 Class I stationary equipment which exceeds a limit of 3.5 mA is subject to the following conditions:

- Primary power and protective earthing conductors of the power supply cable shall be permanently connected to the equipment and to the building wiring.
- Leakage current shall not exceed 5% of the normal equipment input current per phase. Where the load is unbalanced, the largest of the three-phase currents is used for this calculation.

Where necessary, the tests of Sub-clauses 5.2.2 and 5.2.3 shall be used, but with a measuring instrument of negligible impedance.

- A label bearing the warning:

**HIGH LEAKAGE CURRENT, EARTH CONNECTION ESSENTIAL  
BEFORE CONNECTING SUPPLY**

or similar wording shall be affixed adjacent to the unit power input.

- The cross-sectional area of the internal protective earthing conductor shall be not less than 1.0 mm<sup>2</sup> in the path of high leakage current.
- In addition, it is recommended that a means of detecting failure of continuity of the external protective earthing conductor should be installed in all equipment having more than 3.5 mA of leakage current.

### 5.3 Rigidité diélectrique

#### 5.3.1 La rigidité diélectrique du matériel doit être appropriée.

*La vérification est effectuée par le conditionnement du paragraphe 5.3.2, immédiatement suivie par les essais du paragraphe 5.3.3, ou, dans le cas de transformateurs, par ceux de l'annexe C.*

Afin de faciliter le conditionnement et les essais de rigidité diélectrique, les éléments constitutants et les sous-ensembles peuvent être conditionnés et essayés séparément.

#### 5.3.2 Le matériel doit être soumis à une épreuve hygroscopique de 48 h effectuée dans une enceinte ou dans une salle contenant de l'air avec une humidité relative de $93 \pm 2\%$ . La température de l'air, en tout endroit où les échantillons peuvent être placés, est maintenue, à 1 K près, à une valeur appropriée $t$ comprise entre $20\text{ °C}$ et $30\text{ °C}$ afin que de la condensation ne puisse se produire.

*Avant l'épreuve hygroscopique, l'échantillon est porté à une température comprise entre  $t\text{ °C}$  et  $(t + 4)\text{ °C}$ .*

*Les entrées de câbles éventuelles sont laissées ouvertes; s'il est prévu des entrées défonçables, l'une d'elles est ouverte.*

*Les éléments constitutants électriques, les couvercles et les autres éléments qui peuvent être enlevés sans l'aide d'un outil, sont retirés et soumis s'il y a lieu, en même temps que la partie principale, à l'épreuve hygroscopique.*

*Après cette épreuve, le matériel ne doit présenter aucun dommage au sens de la présente norme.*

*Les essais de rigidité diélectrique décrits au paragraphe 5.3.3 et dans l'annexe C sont effectués dans l'enceinte humide ou dans la salle dans laquelle les échantillons ont été portés à la température prescrite après mise en place des parties qui ont été éventuellement retirées.*

L'épreuve hygroscopique ne s'applique pas au matériel qui, conformément aux instructions d'installation du fabricant, est destiné à être placé et à fonctionner dans des conditions contrôlées de température ambiante et à une humidité relative maximale de 60%.

#### 5.3.3 Après la soumission éventuelle au conditionnement du paragraphe 5.3.2, et tandis que l'environnement est maintenu, l'isolation est soumise pendant 1 min à une tension pratiquement sinusoïdale, de fréquence 50 Hz ou 60 Hz, ou à une tension continue de valeur égale à la valeur de crête de la tension alternative prescrite dans le tableau du présent paragraphe.

*Les tensions d'essai sont spécifiées comme suit en fonction de la nature d'isolation exigée (principale, supplémentaire ou renforcée) et de la tension de service à travers l'isolation ( $U$ ).*

	Tension d'essai (V)				
	Points d'application				
	Primaire et masse Primaire et secondaire		Secondaire et masse Entre secondaires indépendants		
Nature de l'isolation	$U \leq 250\text{ V eff.}$	$U > 250\text{ V eff.}$	$U < 42,4\text{ V}$ valeur de crête ou tension continue	$42,4\text{ V}$ valeur de crête ou tension continue $< U \leq 250\text{ V eff.}$	$U > 250\text{ V eff.}$
Principale	1 250	$1,2U + 950$	Pas d'essai	10 U max. 1 250	$1,2U + 950$
Supplémentaire	2 500	$1,2U + 2\ 200$	Pas d'essai	10 U max. 1 250	$1,2U + 950$
Renforcée	3 750	$2,4U + 3\ 150$	Pas d'essai	20 U max. 2 500	$2,4U + 1\ 900$

### 5.3 Electric strength

#### 5.3.1 The electric strength of the equipment shall be adequate.

*Compliance is checked by the conditioning of Sub-clause 5.3.2 immediately followed by the tests of Sub-clause 5.3.3, or for transformers by Appendix C.*

In order to facilitate conditioning and electric strength testing, components and sub-assemblies may be conditioned and tested separately.

#### 5.3.2 *Equipment shall be subjected to a 48 h humidity treatment carried out in a cabinet or room containing air with a relative humidity of $93 \pm 2\%$ . The temperature of the air, at all places where samples can be located, is maintained within 1 K of any convenient value $t$ between 20 °C and 30 °C such that condensation does not occur.*

*Before the humidity treatment, the sample is brought to a temperature between  $t$  °C and  $(t + 4)$  °C.*

*Cable entries, if any, are left open; if knock-outs are provided, one of them is opened.*

*Electrical components, covers and other parts, which can be removed without the aid of a tool, are removed and subjected, if necessary, to the humidity treatment with the main part.*

*After this treatment, the equipment shall show no damage within the meaning of this standard.*

*The electric strength tests described in Sub-clause 5.3.3 and Appendix C are made in the humidity cabinet, or in the room in which the samples were brought to the prescribed temperature, after the reassembly of those parts which may have been removed.*

The humidity treatment is not applied to equipment which is intended, in accordance with the manufacturer's installation instructions, to be installed and operated under controlled conditions of ambient temperature and a maximum relative humidity of 60%.

#### 5.3.3 *After subjection to the conditioning of Sub-clause 5.3.2, if any, and whilst the environment is maintained, the insulation is subjected for 1 min to a voltage of substantially sine-wave form, having a frequency of 50 Hz or 60 Hz or a d.c. voltage equal to the peak voltage of the prescribed a.c. test voltage detailed in the table of this sub-clause.*

*Test voltages are specified as follows in terms of the grade of insulation (basic, supplementary or reinforced) required and the working voltage across the insulation (U).*

	Test voltage (V)				
	Points of application				
	Primary to body Primary to secondary		Secondary to body Between independent secondaries		
Grade of insulation	$U \leq 250 V$ r.m.s.	$U > 250 V$ r.m.s.	$U < 42.4 V$ peak or d.c.	42.4 V peak or d.c. $< U \leq$ 250 V r.m.s.	$U > 250 V$ r.m.s.
Basic	1 250	$1.2 U + 950$	No test	10 U max. 1 250	$1.2 U + 950$
Supplementary	2 500	$1.2 U + 2 200$	No test	10 U max. 1 250	$1.2 U + 950$
Reinforced	3 750	$2.4 U + 3 150$	No test	20 U max. 2 500	$2.4 U + 1 900$

Pour le calcul de la tension de service, voir paragraphe 2.2.6. En général, aucun essai n'est effectué sur l'isolation fonctionnelle sauf dans les cas prescrits au paragraphe 2.9.2, les tensions d'essai étant alors celles de l'isolation principale.

Lorsqu'il y a des condensateurs sur l'isolation à l'essai (par exemple, condensateurs d'antiparasitage) des tensions d'essai continues sont utilisées.

Un essai à 1 000 V pendant 1 min ou son équivalent comme un essai sur l'ensemble de la production peut être accepté au lieu de l'essai de type à 1 250 V.

Des tensions d'essai inférieures sont spécifiées pour les circuits secondaires car des perturbations hautes tensions à front raide auxquelles les circuits primaires sont soumis sont normalement atténuées par l'unité d'alimentation.

*Au début de l'essai, la tension appliquée ne dépasse pas la moitié de la valeur prescrite, puis elle est amenée rapidement à la pleine valeur. Au cours de l'essai, il ne doit se produire ni contournement ni perforation.*

*Lors de l'essai des revêtements isolants, une feuille métallique peut être appuyée contre l'isolation au moyen d'un sac de sable de dimensions telles que la pression soit d'environ 0,5 N/cm<sup>2</sup> (5 KPa). L'essai peut être limité aux endroits où l'isolation est présumée faible, par exemple aux endroits où des arêtes vives métalliques se trouvent sous l'isolation. Le cas échéant, les revêtements isolants sont essayés séparément.*

*Il faut prendre soin que la feuille métallique soit placée de telle façon qu'il ne se produise pas de contournement aux bords de l'isolation.*

*Pour le matériel comportant à la fois une isolation renforcée et une double isolation, on prend soin que la tension appliquée à l'isolation renforcée ne produise pas de contraintes trop élevées sur l'isolation principale ou sur l'isolation supplémentaire. Du fait de problèmes provenant de la répartition de la capacité, une révision de cette procédure d'essai est à l'étude.*

*Les résistances en parallèle avec l'isolation à essayer sont déconnectées.*

*Des circuits intégrés et analogues dans les circuits secondaires sont déconnectés ou enlevés avant le début des essais s'ils peuvent être endommagés ou détruits pendant l'essai du fait de charges, de courants capacitifs ou d'autres causes.*

#### 5.4 Fonctionnement anormal et conditions de défaut

- 5.4.1 Le matériel doit être conçu de façon que les risques d'incendie ou de choc électrique, dus à une surcharge, à une défaillance mécanique ou électrique, ou à un fonctionnement anormal ou négligent soient limités autant que possible.

A la suite d'un fonctionnement anormal ou après un défaut, il n'est pas exigé que le matériel soit toujours en bonne condition de marche, mais uniquement qu'il demeure sûr pour l'opérateur au sens de la présente norme. Des coupe-circuit à fusibles, des coupe-circuit thermiques, des relais à maximum de courant et des dispositifs analogues peuvent être utilisés pour assurer la protection.

*La vérification est effectuée par examen et par les essais du paragraphe 5.4.*

- 5.4.2 Les moteurs dans les circuits primaires de matériels connectés à demeure, de matériels commandés à distance ou automatiquement, ou de matériels dont les pannes de fonctionnement ne sont pas évidentes pour un opérateur, doivent être munis d'une protection contre les surcharges, sauf spécification contraire dans la présente norme.

La protection des moteurs dans les circuits secondaires est à l'étude.

Les moteurs peuvent être protégés contre un échauffement excessif dû à une surcharge:

- soit au moyen d'un dispositif sensible au courant du moteur et/ou à la température;
- soit par un circuit détecteur qui sert à couper l'alimentation du moteur en un temps suffisamment court pour le protéger contre un échauffement excessif, si, par exemple, il ne remplit pas la fonction à laquelle il est destiné;

For calculation of the working voltage, see Sub-clause 2.2.6. In general no tests are applied to operational insulation, except where required by Sub-clause 2.9.2 when the test voltages appropriate for basic insulation are applied.

Where there are capacitors across the insulation being tested (e.g. radio-frequency filter capacitors), d.c. test voltages are used.

A 1 000 V test for 1 min or its equivalent as a full production test may be accepted in lieu of the 1 250 V type test.

Lower test voltages are specified for secondary circuits because the high-voltage disturbances with short rise times to which primary circuits are subjected are normally attenuated by the power supply unit.

*Initially, not more than half the prescribed voltage is applied, then it is raised rapidly to the full value. No flashover or breakdown shall occur during the test.*

*When testing insulation coatings, a metal foil may be pressed against the insulation by means of a sand bag of such a size that the pressure is about 0.5 N/cm<sup>2</sup> (5 KPa). The test may be limited to places where the insulation is likely to be weak, for example, where there are sharp metal edges under the insulation. If practicable, insulation linings are tested separately.*

*Care is taken that the metal foil is so placed that no flashover occurs at the edges of the insulation.*

*For equipment incorporating both reinforced insulation and double insulation, care is taken that the voltage applied to the reinforced insulation does not overstress the basic insulation or the supplementary insulation. Due to problems with capacitance balance, a revision of this test procedure is under consideration.*

*Resistors in parallel with the insulation to be tested are disconnected.*

*Integrated circuits and the like in secondary circuits are disconnected or removed before carrying out the tests if they may be damaged or destroyed by capacitance charges or currents or other occurrences during this test.*

#### 5.4 Abnormal operating and fault conditions

- 5.4.1 Equipment shall be so designed that the risk of fire or electrical shock due to mechanical or electrical overload or failure or abnormal or careless operation is limited as far as practicable.

After abnormal operation or a fault, it is not required that the equipment should still be in full working order, only that it remain safe for an operator within the meaning of this standard. Fusible links, thermal cut-outs, overcurrent protection devices and the like may be used to provide protection.

*Compliance is checked by inspection and by the appropriate tests of Sub-clause 5.4.*

- 5.4.2 Motors in primary circuits in permanently connected equipment, or in equipment remotely or automatically controlled, or in equipment where failure to operate would not be evident to an operator, shall be provided with overload protection unless otherwise specified in this standard.

Protection of motors in secondary circuits is under consideration.

Motors may be protected against overheating due to overload either:

- by means of a device responsive to motor current and/or temperature, or
- by a sensing circuit which disconnects power from the motor in a sufficiently short time to prevent overheating if, for example, it fails to perform its intended function, or

- soit par l'utilisation de moteurs qui ne s'échauffent pas de façon excessive dans les conditions à rotor calé (protection par impédance propre ou externe).

Les moteurs qui sont utilisés uniquement pour le brassage de l'air lorsque l'élément propulsant l'air de la soufflerie ou du ventilateur est couplé directement à l'axe du moteur, sont considérés comme ayant une protection appropriée contre les surcharges s'ils satisfont uniquement aux prescriptions de l'essai à rotor calé.

*La vérification est effectuée par les essais de l'annexe B qui s'appliquent.*

5.4.3 Les transformateurs doivent être protégés contre un échauffement excessif dû à une surcharge. La protection peut être assurée par:

- un dispositif extérieur de protection contre les surintensités;
- des dispositifs internes détecteurs de la température;
- l'utilisation de transformateurs limiteurs de courant;
- tout autre moyen dont on peut prouver qu'il protège le transformateur.

*La vérification est effectuée par les essais de l'annexe C qui s'appliquent.*

5.4.4 *Les lignes de fuite et les distances d'isolement sur l'isolation fonctionnelle de valeurs plus faibles que les valeurs indiquées dans les tableaux du paragraphe 2.9 sont contrôlées en appliquant un court-circuit à travers l'isolation. On tient compte également des autres défauts qui découleraient directement du court-circuit délibéré.*

5.4.5 *Pour les composants montés dans les circuits primaires autres que les moteurs et les transformateurs la vérification est effectuée par simulation de défauts.*

*Il convient d'étudier le matériel, les schémas et les spécifications concernant les composants pour déterminer quelles conditions de défaut peuvent raisonnablement se produire. Les conditions de défaut sont appliquées une par une. On peut utiliser des circuits simulés pour effectuer cet essai.*

5.4.6 *Pour les composants électromécaniques montés dans des circuits secondaires où des dangers peuvent survenir, la vérification est effectuée par application une par une des conditions suivantes au matériel en cause ou à des circuits de simulation:*

- les mouvements mécaniques sont bloqués dans la position la plus défavorable, alors que le composant est normalement alimenté;
- dans le cas de composants normalement mis sous tension par intermittence, un défaut simulé est appliqué au circuit de commande de manière à entraîner la mise sous tension permanente du composant.

*Durée de l'essai:*

- pour les machines commandées automatiquement ou à distance ainsi que pour les composants dont le défaut de fonctionnement n'est pas évident pour l'opérateur: aussi longtemps que nécessaire pour obtenir des conditions constantes ou jusqu'à l'interruption du circuit par suite de la défaillance du composant (destruction thermique, par exemple) ou jusqu'à obtenir d'autres conséquences par suite de la simulation du défaut, selon ce qui se produit en premier lieu;
- pour les autres machines et composants: 5 min ou jusqu'à l'interruption du circuit par suite de la défaillance du composant (destruction thermique par exemple) ou jusqu'à obtenir d'autres conséquences par suite de la simulation du défaut, selon ce qui se produit en premier lieu.

*En plus des critères de conformité donnés au paragraphe 5.4.7, la température du transformateur qui alimente le composant soumis à l'essai ne doit pas dépasser la valeur spécifiée à l'article C1 de l'annexe C (compte tenu de l'exception exposée à l'article C1).*

5.4.7 *Au cours des essais des paragraphes 5.4.4, 5.4.5 et 5.4.6, si le matériel prend feu:*

- le feu ne doit pas se propager hors de l'enveloppe extérieure;

- by the use of motors which do not overheat under locked rotor conditions (protection by inherent or external impedance).

Motors that are used for air-handling only where the air-propelling component of blowers or ventilating fans is coupled directly to the motor shaft, are considered to have suitable overload protection if they comply only with the requirements of the locked rotor test.

*Compliance is checked by the applicable tests of Appendix B.*

5.4.3 Transformers shall be protected against overheating due to overload. Protection may be effected by:

- external overcurrent protection;
- internal temperature sensing devices;
- use of current limiting transformers;
- any other means which can be demonstrated to protect the transformer.

*Compliance is checked by the applicable tests of Appendix C.*

5.4.4 Where creepage distances and clearances over operational insulation are less than the values indicated in the tables of Sub-clause 2.9, these are checked by applying a short circuit across the insulation. Other faults which are the direct consequence of the deliberate short circuit are also considered.

5.4.5 For components in primary circuits other than motors and transformers, compliance is checked by simulating faults.

*The equipment, circuit diagrams, and component specifications should be examined to determine those fault conditions which might reasonably occur. These are applied one at a time. Simulated circuits may be used for this test.*

5.4.6 For electromechanical components in secondary circuits where a hazard is likely to occur, compliance is checked by applying the following conditions one at a time either in the equipment or to simulated circuits.

- the mechanical movement is locked in the most disadvantageous position whilst the component is energized normally;
- in the case of a component which is normally energized intermittently: with a simulated fault in the drive circuit such as will cause continuous energizing of the component.

*The duration of each test shall be:*

- for machines automatically or remotely controlled and for components whose failure to operate is not evident to the operator: as long as necessary to establish steady conditions or up to the interruption of the circuit due to failure of the component (e.g. burn-out) or to other consequences of the simulated fault condition, whichever is the shorter;
- for other machines and components: 5 min or up to interruption of the circuit due to a failure of the component (e.g. burn-out) or to other consequences of the simulated fault condition, whichever is the shorter.

*In addition to the compliance criteria given in Sub-clause 5.4.7, temperatures in the transformer supplying the component under test shall not exceed those specified in Clause C1 of Appendix C (subject to the exception detailed in Clause C1).*

5.4.7 During the tests of Sub-clauses 5.4.4, 5.4.5 and 5.4.6, if fire occurs:

- it shall not propagate beyond the external enclosure;

- lors d'un essai sur un circuit simulé, l'essai doit être répété sur le matériel;
- si les essais effectués sur des circuits simulés indiquent des probabilités d'échauffement ou d'endommagement d'autres parties du matériel risquant d'affecter la sécurité de ce dernier, les essais sont répétés sur ce matériel.

Après les essais des paragraphes 5.4.4, 5.4.5 et 5.4.6, un essai diélectrique doit être effectué si:

- des lignes de fuite et des distances d'isolement sur lesquelles reposent l'intégrité d'isolations doubles ou renforcées se trouvent réduites en dessous des valeurs spécifiées au paragraphe 2.9.2, ou
- l'isolation en cause présente des signes visibles d'endommagement, ou
- l'isolation en cause ne peut être examinée.

Cet essai doit être effectué comme spécifié au paragraphe 5.3.3, après que l'isolation s'est refroidie à la température ambiante, mais sans traitement hygroscopique préalable, les valeurs des tensions d'essai étant réduites à 0,6 fois les valeurs spécifiées.

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60435:1983

Without watermark

- *during a test on a simulated circuit, the test shall be repeated in the equipment;*
- *if tests carried out on simulated circuits indicate likely overheating or damage to other parts of the equipment to the extent that safety of the equipment may be affected, the test shall be repeated in the equipment.*

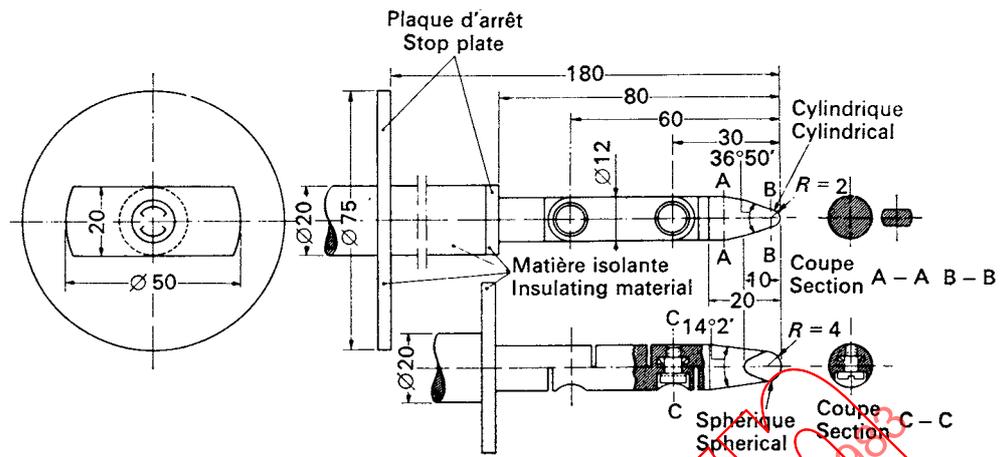
*After the tests of Sub-clauses 5.4.4, 5.4.5 and 5.4.6, an electric strength test shall be made:*

- *if any clearance or creepage distance which is relied upon to maintain the integrity of double or reinforced insulation has been reduced below the values in Sub-clause 2.9.2, or*
- *where the insulation involved shows visible signs of damage, or*
- *where the insulation involved cannot be inspected.*

*This test shall be made as specified in Sub-clause 5.3.3 after the insulation has cooled to room temperature but without preceding humidity treatment and with the relevant test voltages reduced to 0.6 times the specified values.*

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60435:1983

Withdrawn



Tolérances:

sur les angles  $\pm 5'$   
sur les dimensions:

inférieures à 25 mm: 0  
- 0,05  
supérieures à 25 mm:  $\pm 0,2$

Tolérances:

on angles  $\pm 5'$   
on linear dimensions:

less than 25 mm: 0  
- 0,05  
over 25 mm:  $\pm 0,2$

FIG. 1. — Doigt d'épreuve normalisé.  
Standard test finger.

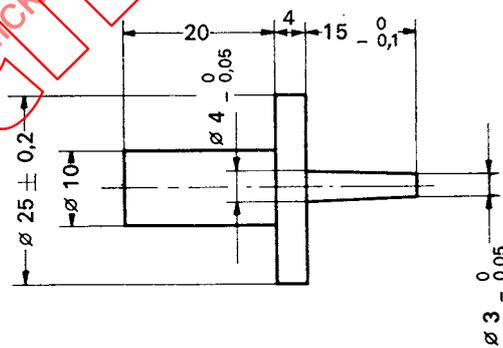


FIG. 2. — Broche d'essai normalisée.  
Standard test pin.

— Page blanche —

— Blank page —

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60435:1983  
Withdrawn

## ANNEXE A

### ESSAIS DE RÉSISTANCE À LA CHALEUR ET AU FEU

(Les spécifications d'essai pour la résistance au feu sont à l'étude)

#### A1. Essai d'inflammabilité de l'enveloppe

A1.1 Les échantillons d'essai doivent être soit des enveloppes complètes, soit des parties d'enveloppes représentatives de l'épaisseur minimale de paroi et comprenant un orifice de ventilation quelconque. Si l'on emploie des parties d'enveloppes pour l'essai, elles doivent aussi être représentatives des parties horizontales et verticales.

Les échantillons sont montés comme ils le seraient en service réel, dans une salle pratiquement exempte de courants d'air. Une couche de coton chirurgical doit être disposée à 300 mm au-dessous du point d'application de la flamme d'essai.

A1.2 Lorsqu'il est prescrit d'effectuer les essais sur des échantillons conditionnés, les échantillons du matériau ou de l'enveloppe sont conditionnés dans un four pendant 1 000 h à la température suivante:

Echauffement maximal admissible en fonctionnement normal (K)	Température du four (°C)
De 40 à moins de 50	85,0 ± 1,0
De 50 à moins de 60	95,0 ± 1,0
De 60 à moins de 70	105,0 ± 1,0

A1.3 La flamme qui sert aux essais doit être produite par un bec Bunsen ayant un calibre de 9,5 mm et une longueur d'environ 100 mm au-dessus des principales bouches d'admission d'air. L'énergie calorifique fournie par le gaz doit être d'environ 37 MJ/m<sup>3</sup> et la flamme doit être réglée de façon que, lorsque le bec est en position verticale, sa longueur totale atteigne environ 130 mm, tandis que le cône bleu intérieur atteint environ 40 mm.

On a constaté qu'on obtient des résultats analogues avec du méthane de qualité technique lorsqu'un régulateur et un compteur appropriés permettent d'avoir un débit uniforme de gaz, ou avec du gaz naturel ayant une énergie calorifique d'environ 37 MJ/m<sup>3</sup>.

La flamme doit être appliquée à la surface interne de chacun des trois échantillons d'une section horizontale et à la surface interne de chacun des trois échantillons d'une section verticale. S'il s'agit d'une section verticale, la flamme doit être appliquée sous un angle de 20° par rapport à la verticale. Dans le cas où il existe des ouvertures d'aération, la flamme doit être appliquée au bord de ces ouvertures, en l'absence d'ouverture, la flamme est appliquée à une surface pleine. Dans tous les cas, la pointe du cône bleu intérieur doit être en contact avec l'échantillon. La flamme doit être appliquée pendant 5 s, puis éloignée pendant 5 s. L'opération doit être répétée jusqu'à ce que les échantillons aient été soumis à cinq applications de la flamme au même emplacement. Chaque jeu de trois échantillons doit faire l'objet d'un essai durant lequel la flamme est appliquée à un emplacement différent sur chaque échantillon.

A1.4 Au cours de l'essai, le matériau ne doit pas émettre de gouttelettes ou de particules enflammées capables d'enflammer le coton chirurgical et ne doit pas continuer à brûler pendant plus de 1 min après la cinquième application de la flamme.

## APPENDIX A

## TESTS FOR RESISTANCE TO HEAT AND FIRE

(The test specifications for resistance to fire are under consideration)

## A1. Enclosure flammability test

- A1.1 Test samples shall consist of either complete enclosures or sections of the enclosures representing the least wall thickness and including any ventilation opening. If sections of the enclosures are used, they should also represent any horizontal and vertical parts.

Samples shall be mounted as they would be in actual use, in a room substantially free of draughts. A layer of surgical cotton shall be located 300 mm below the point of application of the test flame.

- A1.2 When the tests are required to be performed on conditioned samples, the samples of the material or enclosure shall be conditioned in an oven for a period of 1 000 h at the following temperature:

Maximum temperature rise during normal operation (K)	Oven temperature (°C)
40 and over but less than 50	85.0 ± 1.0
50 and over but less than 60	95.0 ± 1.0
60 and over but less than 70	105.0 ± 1.0

- A1.3 The test flame shall be obtained by means of a Bunsen burner, the barrel of which has a bore of 9.5 mm and a length of approximately 100 mm above the primary air inlets. A gas supply of approximately 37 MJ/m<sup>3</sup> shall be used and the flame adjusted so that while the burner is vertical, the over-all height of flame is approximately 130 mm and the height of the inner blue cone is approximately 40 mm.

Technical grade methane gas with suitable regulator and meter for uniform gas flow, or natural gas having a calorific value of approximately 37 MJ/m<sup>3</sup> has been found to give similar results.

The test flame shall be applied to an inside surface of each of three samples of a horizontal section and to an inside surface of each of three samples of a vertical section. If a vertical part is involved, the flame shall be applied at an angle of 20° from the vertical. If ventilating openings are involved, the flame shall be applied to an edge of the openings, otherwise the application is to be made to a solid surface. In all cases, the tip of the inner blue cone shall be in contact with the sample. The flame shall be applied for 5 s and removed for 5 s. The operation shall be repeated until the samples have been subjected to five applications of the test flame to the same location. Each set of three samples shall be tested with the flame applied to a different location on each sample.

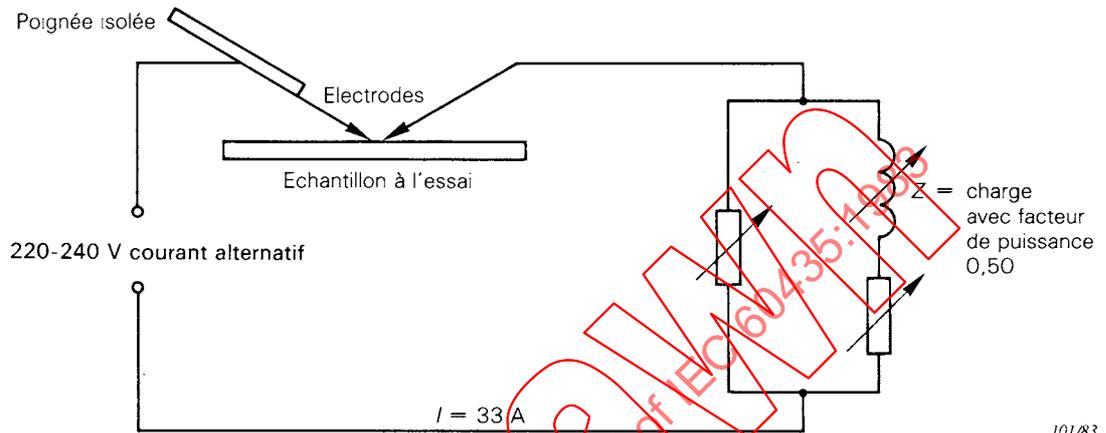
- A1.4 During the test, the material shall not release flaming drops or particles capable of igniting the surgical cotton and shall not continue to burn for more than 1 min after the fifth application of the test flame.

**A2. Essai par amorçage d'arc à courant élevé**

Les fumées dégagées pendant cet essai peuvent être toxiques.

A2.1 *L'essai doit porter sur trois échantillons de chaque matériau de l'enveloppe. Les échantillons doivent avoir 150 mm de long et 13 mm de large et avoir une épaisseur uniforme qui représente la section la plus mince de l'enveloppe. Les bords doivent être exempts de bavures, ébarbures, etc.*

A2.2 *L'essai doit être exécuté avec une paire d'électrodes et une charge d'impédance inductive variable montées en série sur une source de courant alternatif à forte capacité.*



101/83

*Une électrode doit être fixe et l'autre mobile. L'électrode fixe doit consister en un conducteur en cuivre massif de 10 mm<sup>2</sup> à pointe conique horizontale. L'électrode mobile doit être une baguette d'acier inoxydable de 3 mm de diamètre, à pointe pyramidale. Les électrodes doivent être disposées l'une en face de l'autre à un angle de 45° par rapport à l'horizontale. La tension d'alimentation doit être 220-240 V, 50-60 Hz, pratiquement sinusoïdale.*

*Une fois les électrodes mises en court-circuit, la charge d'impédance inductive variable doit être ajustée jusqu'à ce que le courant du circuit atteigne 33 A avec un facteur de puissance de 0,50.*

*Les échantillons à l'essai sont supportés horizontalement dans l'air de façon que l'électrode fixe se trouve dans une position choisie à l'avance et permanente, à 1,6 mm au-dessus de la surface supérieure. L'électrode mobile est commandée manuellement ou autrement de façon que, lorsque le circuit est sous tension, on puisse la déplacer pour qu'elle entre en contact avec l'électrode fixe, fermant et ouvrant le circuit électrique à une cadence d'environ 40 arcs à la minute.*

A2.3 *Aucun échantillon ne doit s'enflammer avant 30 arcs électriques.*

**A3. Essai d'inflammation à l'aide d'un fil chaud**

*L'essai doit porter sur trois échantillons de chaque matériau. Les échantillons doivent avoir 150 mm de long et 13 mm de large et avoir une épaisseur uniforme qui représente la section la plus mince de l'enveloppe. Les bords doivent être exempts de bavures, ébarbures, etc.*

*Chaque échantillon doit être entouré de cinq spires de fil de nichrome de 0,5 mm de diamètre nominal espacées de 6 mm l'une de l'autre. Le fil ne doit pas comporter de fer et doit renfermer 20% de chrome et 80% de nickel. Le fil doit être ensuite porté au rouge en y faisant passer un courant préalablement déterminé pour provoquer la dissipation de 65 W dans le fil.*

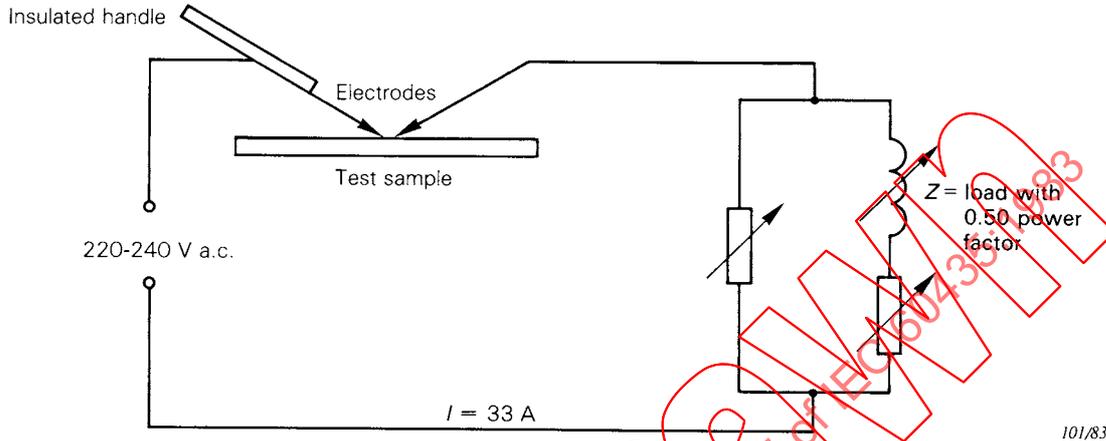
*Aucun échantillon ne doit s'enflammer en moins de 15 s.*

## A2. High current arcing ignition test

Fumes given off during this test may be toxic.

A2.1 *Three samples of each enclosure material shall be used. The samples shall be 150 mm long by 13 mm wide and of uniform thickness representing the thinnest section of the enclosure. Edges shall be free from burrs, fins, etc.*

A2.2 *The test shall be made with a pair of test electrodes and a variable inductive impedance load connected in series to a high capacity a.c. source.*



*One electrode shall be stationary and the second movable. The stationary electrode shall consist of 10 mm<sup>2</sup> solid copper conductor having a horizontal chisel point. The movable electrode shall be a 3 mm diameter stainless steel rod with a pyramidal point. The electrodes shall be located opposing each other, at an angle of 45° to the horizontal. The supply voltage shall be 220-240 V, 50-60 Hz, and essentially sinusoidal.*

*With electrodes short-circuited, the variable inductive impedance load shall be adjusted until the current is 33 A at a power factor of 0.50.*

*The samples under test shall be supported horizontally in air so that the stationary electrode is at a preselected permanent position 1.6 mm above the top surface. The movable electrode is manually or otherwise controlled so that, with the circuit energized, it can be moved to contact the stationary electrode, making and breaking the electrical circuit at a rate of approximately 40 arcs per minute.*

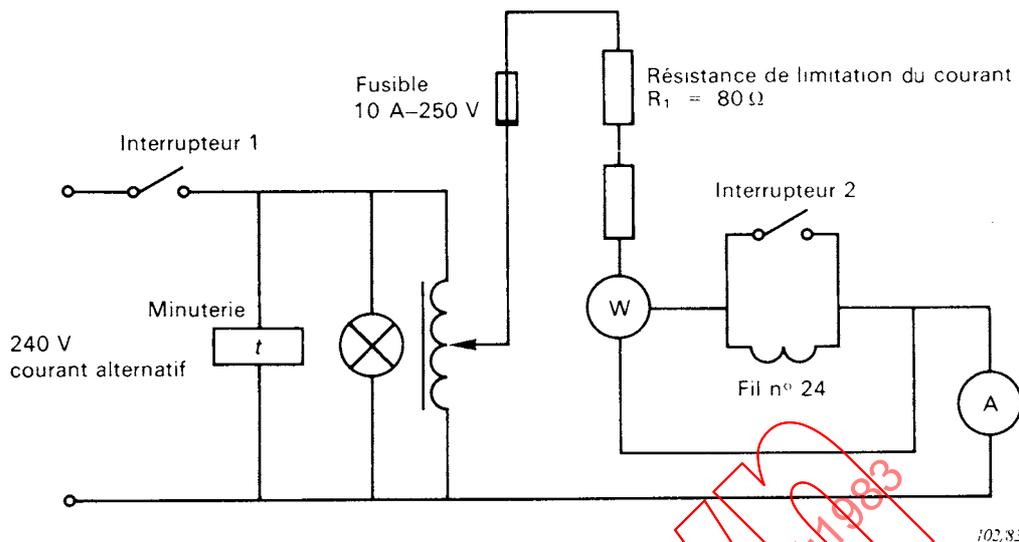
A2.3 *No test sample shall ignite with fewer than 30 electrical arcs.*

## A3. Hot wire ignition test

*Three samples of each material shall be tested. The samples shall be 150 mm long by 13 mm wide and of a uniform thickness representing the thinnest section of the enclosure. Edges are to be free of burrs, fins, etc.*

*Each sample shall be wrapped with five turns of 0.5 mm nominal diameter nichrome wire spaced 6 mm between turns. The wire shall be iron free, 20% chromium, 80% nickel. The wire is then to be brought to a red heat by passing through it a current which has previously been determined as causing 65 W to be dissipated in the wire.*

*No sample shall ignite in less than 15 s.*



Circuit pour l'essai d'inflammation à l'aide d'un fil chaud.

Il peut être fait usage d'un circuit équivalent.

#### A4. Essai à l'huile chaude enflammée

Un échantillon du panneau inférieur complet et apprêté doit être disposé sur un support sur lequel il est solidement fixé, dans une position horizontale sous une hotte ou dans une autre zone bien aérée mais exempte de courants d'air. De l'étamine blanchie de la qualité qui représente environ 26 m<sup>2</sup>/kg, doit être tendue en une seule épaisseur au-dessus d'un bac peu profond à fond plat placé à environ 50 mm au-dessous de l'échantillon et de dimensions telles qu'il puisse recouvrir complètement l'ensemble des ouvertures disposées sur le panneau, sans être toutefois suffisamment large pour recueillir une portion quelconque de l'huile qui déborde du panneau ou ne passe pas par les ouvertures.

Il est recommandé d'entourer la zone d'essai d'un écran métallique ou de verre armé.

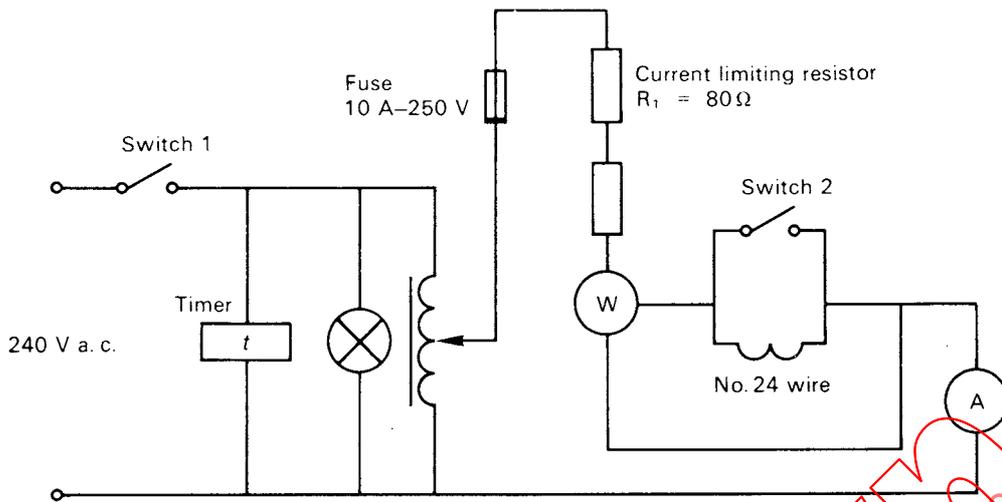
Une petite louche métallique (de préférence n'ayant pas plus de 65 mm de diamètre) munie d'un bec verseur et d'une longue poignée dont l'axe longitudinal reste à l'horizontale durant le déversement, doit être remplie partiellement avec 10 ml de mazout distillé, c'est-à-dire un distillat semi-volatile ayant une densité comprise entre 0,845 g/ml et 0,865 g/ml, un point d'éclair compris entre 43,5 °C et 93,5 °C et une valeur calorifique moyenne de 2,1 MJ/l. La louche contenant l'huile doit être chauffée; on enflamme l'huile et on la laisse brûler pendant 1 min après quoi on déverse toute l'huile chaude enflammée, à un débit constant de 1 ml/s approximativement, sur le centre géométrique de l'ensemble des ouvertures à partir d'une position située à environ 100 mm au-dessus de celles-ci.

L'essai est répété deux fois à 5 min d'intervalle, en utilisant de l'étamine propre.

Pendant ces essais, l'étamine ne doit pas s'enflammer.

#### A5. Essai au polychlorure de vinyle et cuivre en fusion

Un échantillon du panneau inférieur complet et apprêté doit être disposé sur un support sur lequel il est solidement fixé, dans une position horizontale à environ 65 mm au-dessus d'une surface non inflammable horizontale disposée sous une hotte ou dans une autre zone bien ventilée. On dispose sur la surface non inflammable deux couches d'étamine blanchie, représentant environ 26 m<sup>2</sup>/kg. L'étamine doit recouvrir une surface légèrement plus grande que celle qui se trouve immédiatement en dessous de l'ensemble des ouvertures du panneau.



Circuit for hot wire ignition test.

An equivalent circuit may be used.

#### A4. Hot flaming oil test

*A sample of the complete, finished bottom panel shall be securely supported in a horizontal position under a hood or in another well-ventilated area free from draughts. Bleached cheesecloth of approximately 26 m<sup>2</sup> per kg shall be placed in one layer over a shallow, flat-bottomed pan approximately 50 mm below the sample and of sufficient size to cover completely the pattern of openings in the panel, but not large enough to catch any of the oil that runs over the edge of the panel or otherwise does not pass through the openings.*

Use of a metal screen or wired-glass enclosure surrounding the test area is recommended.

*A small metal ladle (preferably no more than 65 mm in diameter) with a pouring lip and a long handle whose longitudinal axis remains horizontal during pouring, shall be partially filled with 10 ml of a distillate fuel oil which is a medium volatile distillate having a density between 0.845 g/ml and 0.865 g/ml, a flash-point between 43.5 °C and 93.5 °C and an average calorific value of 2.1 MJ/l. The ladle containing the oil is heated and the oil ignited and allowed to burn for 1 min, at which time all of the hot flaming oil shall be poured at the rate of approximately 1 ml/s in a steady stream onto the centre of the pattern of openings, from a position approximately 100 mm above the openings.*

*The test shall be repeated twice at 5 min intervals, using clean cheesecloth.*

*During these tests, the cheesecloth shall not ignite.*

#### A5. Molten p.v.c. and copper test

*A sample of the complete finished bottom panel shall be securely supported in a horizontal position approximately 65 mm above a horizontal non-flammable surface located under a hood or in another well-ventilated area. Bleached cheese-cloth of approximately 26 m<sup>2</sup> per kg shall be placed in two layers on the non-flammable surface. The cheesecloth shall cover somewhat more area than that immediately under the pattern of openings in the panel.*

Il est recommandé d'entourer la zone d'essai d'un écran métallique ou de verre armé.

*Un fil de cuivre massif et nu de 300 mm de longueur et de 4 mm<sup>2</sup> de section et un fil de cuivre torsadé de 300 mm de longueur et de 4 mm<sup>2</sup> de section et comportant une isolation d'environ 1 mm de p.c.v. sont fondus simultanément à cadence égale avec un chalumeau à l'acétylène et tombent goutte à goutte à partir d'un point situé à environ 150 mm au-dessus de l'ensemble des ouvertures du panneau.*

*Pendant cet essai, l'étamine ne doit pas s'enflammer.*

#### A6. Essais d'inflammabilité pour les matériaux classés V-1 ou V-2

A6.1 *Dix échantillons du matériau ou de l'ensemble à classer V-1 ou V-2 doivent être essayés comme indiqué ci-après.*

A6.2 *Les échantillons de matériau doivent avoir environ 130 mm de long et 13 mm de largeur et la plus faible épaisseur utilisée. Dans le cas d'un matériau utilisé pour l'isolation acoustique, autre que du plastique cellulaire, et qui est normalement fixé sur un panneau en un autre matériau, les échantillons peuvent être constitués par le matériau fixé sur un panneau de la plus faible épaisseur utilisée. En ce qui concerne les ensembles, les échantillons peuvent consister en l'ensemble tout entier ou en une partie de celui-ci, à condition que les dimensions ne soient pas inférieures à celles qui sont spécifiées pour un échantillon de matériau. Les engrenages, cames, courroies, paliers, tubes, harnais de câblage, etc. peuvent être soumis à un essai à titre de pièces finies, ou des échantillons d'essais peuvent être découpés sur les pièces finies.*

A6.3 *Cinq échantillons doivent être conditionnés pendant 168 h à une température de  $70 \pm 1$  °C. Immédiatement après, les échantillons doivent être placés dans un dessiccateur à chlorure de calcium pendant 4 h au moins pour refroidir à température ambiante. L'étuve doit être du type à circulation d'air forcée pour assurer la température correcte de tous les échantillons. Cinq échantillons supplémentaires doivent être conditionnés avant les essais pendant au moins 48 h à une température de  $23 \pm 2$  °C et une humidité relative de  $50 \pm 5\%$ .*

A6.4 *L'essai doit être effectué sous une hotte ou dans une autre zone bien aérée mais exempte de courants d'air.*

*Son axe longitudinal étant vertical, l'un des échantillons conditionnés doit être tenu en place à sa partie supérieure par une bride de façon que son rebord inférieur se trouve à 300 mm au-dessus d'une couche plate et horizontale de coton chirurgical non traité (bande de 50 mm × 50 mm aplatie à une hauteur libre maximale de 6 mm). Un bec Bunsen non allumé, dont le tube a un diamètre interne de 9,5 mm, doit être placé sous l'échantillon, de manière que l'axe longitudinal de son tube soit vertical et coïncide avec l'axe longitudinal de l'échantillon. L'ouverture du bec doit être à 9,5 mm au-dessous de l'échantillon. Le support du bec doit être aménagé de façon que le bec puisse être rapidement enlevé de dessous l'échantillon et remis en position avec précision sous l'échantillon. Une alimentation de gaz ayant une énergie calorifique d'environ 37 MJ/m<sup>3</sup> doit être utilisée. Le bec, éloigné de l'échantillon, doit être allumé et réglé de manière à produire une flamme bleue constante ayant une hauteur totale de 20 mm.*

*On a constaté qu'on obtient des résultats analogues avec du méthane de qualité technique lorsqu'un régulateur et un compteur appropriés permettent d'avoir un débit uniforme de gaz, ou avec du gaz naturel ayant une énergie calorifique d'environ 37 MJ/m<sup>3</sup>.*

A6.5 *La flamme du brûleur doit être mise en position sous l'échantillon pendant 10 s puis retirée.*

*La durée d'émission de flammes ou de particules enflammées de l'échantillon après retrait de la flamme ne doit pas dépasser 30 s.*

A6.6 *Immédiatement après la cessation de l'émission de flamme par l'échantillon l'essai du paragraphe A6.5 doit être répété sur le même échantillon.*

Use of a metal screen or wired-glass enclosure surrounding the area is recommended.

*A bare 300 mm length of 4 mm<sup>2</sup> solid copper wire, and a 300 mm length of 4 mm<sup>2</sup> stranded copper wire insulated with approximately 1 mm of p.v.c. shall be melted simultaneously at an even rate by means of an oxy-acetylene torch and allowed to drip from a point approximately 150 mm above the pattern of openings in the panel.*

*During this test, the cheesecloth shall not ignite.*

#### **A6. Flammability tests for materials classed V-1 or V-2**

A6.1 *Ten samples of a material or assembly intended to be classified as V-1 or V-2 shall be tested as indicated below.*

A6.2 *Material test samples shall be approximately 130 mm long by 13 mm wide, and of the smallest thickness used. For sound-deadening material other than foamed plastic, and which is normally attached to a panel of another material, the samples may consist of the material attached to a panel of the smallest thickness used. For testing an assembly, the samples may consist of the assembly or a portion thereof not smaller than the dimensions specified for a material sample. Gears, cams, belts, bearings, tubing, wiring harness, etc. may be tested as finished parts, or test samples may be cut from finished parts.*

A6.3 *Five samples shall be conditioned for 168 h at a temperature of  $70 \pm 1$  °C. Immediately afterwards, the samples shall be placed in a calcium chloride desiccator for at least 4 h to cool to room temperature. The oven shall be of a type with forced air circulation to ensure the correct temperature for all samples. Five additional samples shall be conditioned for at least 48 hours at a temperature of  $23 \pm 2$  °C and a relative humidity of  $50 \pm 5\%$  prior to testing.*

A6.4 *The test shall be conducted under a hood or another well-ventilated area free from draughts.*

*One sample shall be held with its longitudinal axis vertical by a clamp at its upper end so that its lower edge is 300 mm above a flat, horizontal layer of untreated surgical cotton 50 mm × 50 mm swatch, thinned to a maximum free-standing thickness of 6 mm. An unlit Bunsen burner with a barrel having a bore of 9.5 mm shall be supported under the sample with the longitudinal axis of the barrel vertical and coincident with the longitudinal axis of the sample. The tip of the barrel shall be 9.5 mm below the sample. The burner support shall be arranged to enable the burner to be quickly removed from and precisely returned to its position under the sample. A gas supply of approximately 37 MJ/m<sup>3</sup> shall be used. While not in proximity to the sample, the burner shall be ignited and adjusted to produce a steady blue flame with an overall height of 20 mm.*

*A supply of technical grade methane gas with suitable regulator and meter for uniform gas flow, or natural gas having a calorific value of approximately 37 MJ/m<sup>3</sup> has been found to give similar results.*

A6.5 *The burner flame shall be moved into position under the sample for 10 s and then removed.*

*The duration of any flaming or glowing of the sample after removal of the flame shall not exceed 30 s.*

A6.6 *Immediately after flaming of the sample has ceased, the test of Sub-clause A6.5 shall be repeated on the same sample.*

- A6.7 *Les essais des paragraphes A6.5 et A6.6 doivent être répétés sur les neuf échantillons restants.*
- A6.8 *Le matériau est acceptable dans la classe V-2:*
- *si chaque échantillon satisfait aux essais ci-dessus;*
  - *si la durée moyenne de l'émission de flamme ne dépasse pas 25 s;*
  - *si le matériau ne continue pas à brûler jusqu'à la bride de maintien;*
  - *si le coton peut s'enflammer.*
- A6.9 *Le matériau est acceptable dans la classe V-1:*
- *si chaque échantillon satisfait aux essais des paragraphes A6.5, A6.6 et A6.7;*
  - *si la durée moyenne de l'émission de flamme ne dépasse pas 25 s;*
  - *si le matériau ne continue pas à brûler jusqu'à la bride de maintien, et*
  - *si le coton n'est pas enflammé par des particules ou des gouttelettes émises pendant ou après l'application de la flamme.*
- A7. Essais d'inflammabilité des matériaux classés HF-1, HF-2 ou HBF**
- A7.1 *Dix échantillons de matériaux plastiques cellulaires à classer en HF-1, HF-2 ou HBF doivent être essayés comme indiqué ci-après.*
- A7.2 *Les échantillons de matériau doivent avoir environ 150 mm de long et 50 mm de large et la plus faible épaisseur utilisée. Dans le cas d'un matériau qui est normalement fixé sur un panneau en un autre matériau, les échantillons peuvent être constitués par le matériau fixé sur un panneau de la plus faible épaisseur utilisée.*
- A7.3 *Cinq échantillons doivent être conditionnés dans une étuve à libre circulation d'air pendant 168 h à une température de  $70 \pm 1$  °C. Immédiatement après, les échantillons doivent être placés dans un dessiccateur à chlorure de calcium pendant 4 h au moins pour refroidir à température ambiante. Cinq autres échantillons doivent être conditionnés avant les essais pendant au moins 48 h à une température de  $23 \pm 2$  °C et une humidité de  $50 \pm 5\%$ .*
- A7.4 *L'essai doit être effectué sous une hotte ou dans une autre zone bien aérée, mais exempte de courants d'air.*
- Les échantillons doivent être disposés sur un écran métallique horizontal (en fil d'acier d'environ 0,8 mm et à mailles carrées de 6,5 mm), de 200 mm de longueur et 75 mm de largeur, dont une extrémité est pliée perpendiculairement vers le haut sur 13 mm. L'écran doit être maintenu à environ 300 mm au-dessus d'une couche de coton chirurgical.*
- On doit utiliser un bec Bunsen à flamme papillon, dont le tube a un diamètre interne de 9,5 mm et le bec une largeur de 50 mm. Il doit être disposé à 13 mm en dessous du bord plié de l'écran, de façon que la flamme soit parallèle à ce bord et centrée sur lui.*
- Le support du bec doit être aménagé de façon que le bec puisse être rapidement enlevé de dessous l'échantillon et remis en position avec précision sous l'échantillon. Une alimentation de gaz ayant une énergie calorifique d'environ 37 MJ/m<sup>3</sup> doit être utilisée. Le bec, éloigné de l'échantillon, doit être allumé et réglé de manière à produire une flamme bleue constante ayant une hauteur totale de 38 mm.*
- On a constaté qu'on obtient des résultats analogues avec du méthane de qualité technique lorsqu'un régulateur et un compteur permettent d'avoir un débit uniforme de gaz, ou avec du gaz naturel ayant une énergie calorifique d'environ 37 MJ/m<sup>3</sup>.*
- Un échantillon doit être posé à plat sur l'écran, de façon que l'une de ses extrémités soit en contact avec le bord plié vers le haut de l'écran. Les échantillons de matériaux combinés doivent être placés avec le plastique cellulaire sur le dessus.*

A6.7 *The tests of Sub-clauses A6.5 and A6.6 shall be repeated on the nine remaining samples.*

A6.8 *The material is acceptable as class V-2 provided that*

- each sample passes the above tests;*
- the average duration of flaming does not exceed 25 s;*
- the material does not continue to burn to the holding clamp, and*
- the cotton may ignite.*

A6.9 *The material is acceptable as class V-1 provided that:*

- each sample passes the tests of Sub-clauses A6.5, A6.6 and A6.7;*
- the average duration of flaming does not exceed 25 s;*
- the material does not burn to the holding clamp, and*
- the cotton is not ignited by any particles or drops released during or after application of the flame.*

#### **A7. Flammability tests for materials classed HF-1, HF-2 or HBF**

A7.1 *Ten samples of a foamed plastic material intended to be classified as HF-1, HF-2 or HBF shall be tested as indicated below.*

A7.2 *Material test samples shall be approximately 150 mm long by 50 mm wide, and of the smallest thickness used. For material which is normally attached to a panel of another material, the samples may consist of the material attached to a panel of the smallest thickness used.*

A7.3 *Five samples shall be conditioned in a full-draught circulating air oven for 168 h at a temperature of  $70 \pm 1$  °C. Immediately afterwards, the samples shall be placed in a calcium chloride desiccator for at least 4 h to cool to room temperature. Five other samples shall be conditioned for at least 48 h at a temperature of  $23 \pm 2$  °C and a relative humidity of  $50 \pm 5$  % prior to testing.*

A7.4 *The test shall be conducted under a hood or another well-ventilated area free from draughts.*

*Samples shall be supported on a horizontal wire screen (approximately 0.8 mm steel wire in 6.5 mm square mesh), 200 mm long by 75 mm wide, with 13 mm at one end turned up vertically. The screen shall be supported approximately 300 mm over a layer of untreated surgical cotton.*

*A Bunsen burner with a fish-tail flame shall be used, its barrel having a bore of 9.5 mm and the flame spreader a width of 50 mm. It shall be supported 13 mm under the bend in the wire screen so that the flame is parallel to and centred on the bend.*

*The burner support shall be arranged to enable the burner to be quickly removed from and precisely returned to its position under the sample. A gas supply of approximately 37 MJ/m<sup>3</sup> shall be used. While not in proximity to the sample, the burner shall be ignited and adjusted to produce a steady blue flame with an overall height of 38 mm.*

*A supply of technical grade methane gas with suitable regulator and meter for uniform gas flow, or natural gas having a calorific value of approximately 37 MJ/m<sup>3</sup>, has been found to give similar results.*

*One sample shall be placed flat on the screen, one end being in contact with the upturned end of the screen. Samples of combined materials shall be placed with the foamed plastic side facing up.*

*La flamme du brûleur doit être mise en place sous l'échantillon pendant 60 s puis retirée. L'essai doit ensuite être répété sur les neuf autres échantillons.*

A7.5 Pendant et après l'essai, les conditions suivantes s'appliquent :

- pas plus de quatre échantillons secs conditionnés et de quatre échantillons humides conditionnés ne doivent brûler plus de 2 s, et cela pendant moins de 10 s, après retrait de la flamme;
- aucun échantillon ne doit être incandescent plus de 30 s après retrait de la flamme;
- aucun échantillon ne doit brûler ou être incandescent sur une distance supérieure à 60 mm à partir de l'extrémité à laquelle la flamme est appliquée.

A7.6 Le matériau est acceptable dans la classe HF-2 s'il satisfait aux conditions du paragraphe A7.5. Des particules incandescentes ou enflammées ou des gouttelettes enflammées émises peuvent enflammer le coton.

A7.7 Le matériau est acceptable dans la classe HF-1, s'il satisfait aux conditions du paragraphe A7.5 et, de plus, si le coton n'est pas enflammé par des particules ou des gouttelettes émises pendant ou après l'application de la flamme.

A7.8 Le matériau est acceptable dans la classe HBF si, bien que ne satisfaisant pas aux conditions du paragraphe A7.5, tous les échantillons :

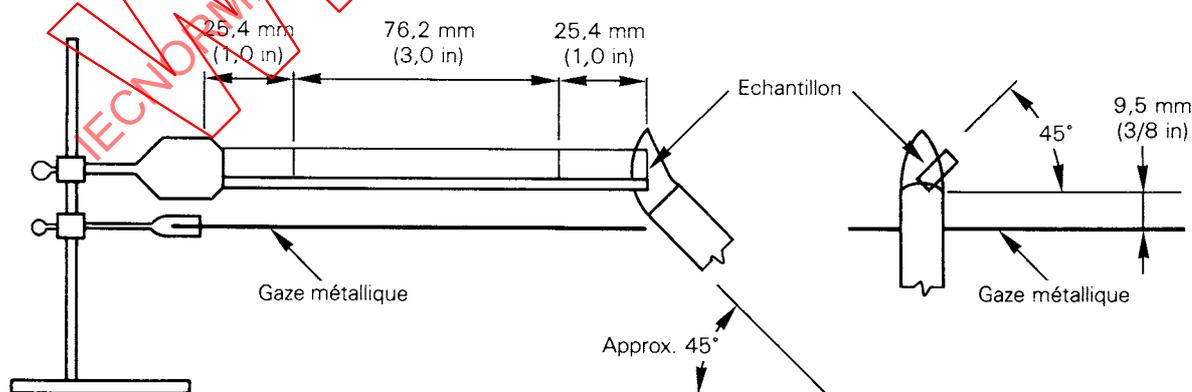
- soit brûlent à une vitesse inférieure à 40 mm par minute sur une étendue de 100 mm;
- soit cessent de brûler avant une limite de 120 mm à partir de l'extrémité à laquelle la flamme est appliquée.

#### A8. Matériaux classés HB

A8.1 Trois échantillons du matériau ou de l'ensemble à classer HB doivent être essayés comme indiqué ci-après.

A8.2 Les échantillons d'essai du matériau doivent avoir environ 130 mm de long et 13 mm de largeur, avec des bords lisses et la plus faible épaisseur utilisée. Dans le cas de matériaux utilisés en une épaisseur supérieure à 3 mm, les échantillons peuvent avoir une épaisseur de 3 mm. En variante, on peut aussi essayer l'élément terminé si ses dimensions sont suffisantes. Les échantillons doivent être marqués en largeur par des lignes à 25 mm et à 100 mm d'une extrémité.

A8.3 L'essai doit être effectué sous une hotte ou dans une zone bien aérée, mais exempte de courants d'air.



624/82

*Un échantillon doit être maintenu par une bride à l'extrémité la plus éloignée de la ligne repère 25 mm, avec son axe longitudinal horizontal et son axe transversal à 45° par rapport à l'horizontale. Un carré plat de gaze métallique mesurant 130 mm de côté (environ 8 ouvertures au centimètre) doit*

The burner flame shall be moved into position under the sample for 60 s and then removed. The test shall then be repeated on the other nine samples.

A7.5 During and after the test, the following conditions shall apply:

- not more than four dry-conditioned and four wet-conditioned samples shall flame longer than 2 s, and those for not longer than 10 s, after removal of the flame;
- no sample shall glow longer than 30 s after removal of the flame;
- no sample shall flame or glow for a distance greater than 60 mm from the end to which the flame is applied.

A7.6 The material is acceptable as Class HF-2 if it meets the conditions of Sub-clause A7.5. Flaming or glowing particles or flaming drops released may ignite the cotton.

A7.7 The material is acceptable as Class HF-1 if it meets the conditions of Sub-clause A7.5 and additionally, the cotton is not ignited by any particles or drops released during or after application of the flame.

A7.8 The material is acceptable as Class HBF if despite failing to meet the conditions of Sub-clause A7.5, all specimens either:

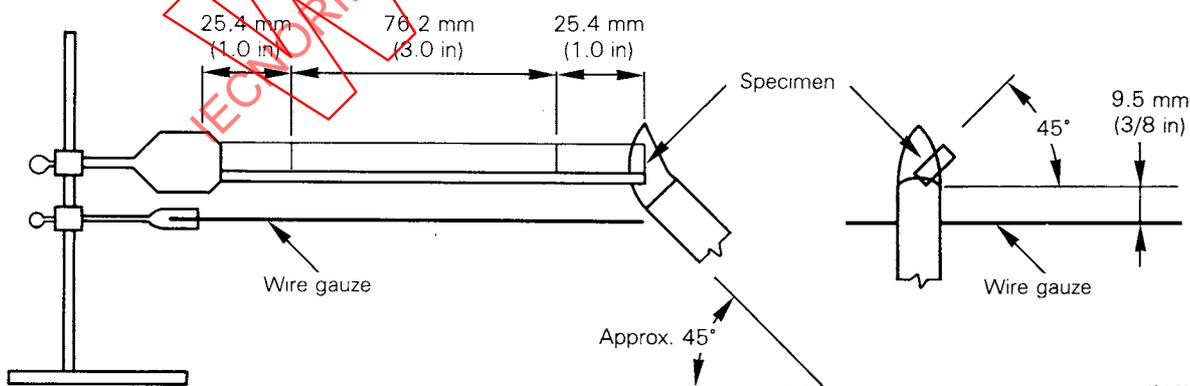
- burn at a rate of under 40 mm per minute over a 100 mm span, or
- cease to burn before reaching 120 mm from the end to which the flame is applied.

#### A8. Materials classed HB

A8.1 Three samples of a material or assembly intended to be classified as HB shall be tested as indicated below.

A8.2 Material test samples shall be approximately 130 mm long by 13 mm wide, with smooth edges and of the smallest thickness used. For materials used in a thickness greater than 3 mm, the samples may be 3 mm thick. Alternatively, the finished part may be tested if of sufficient size. The samples are to be marked across their width with lines at 25 mm and 100 mm from one end.

A8.3 The test shall be conducted under a hood or another well-ventilated area free from draughts.



624/82

A sample shall be held by a clamp at the end farthest from the 25 mm mark, with its longitudinal axis horizontal and its transverse axis at 45° to the horizontal. A flat 130 mm square of steel-wire gauze (approximately 8 openings per centimetre) shall be supported horizontally 10 mm below the

être disposé horizontalement à 10 mm au-dessous du bord inférieur de l'échantillon, l'extrémité libre de l'échantillon étant juste au-dessus du bord de la gaze.

Un bec Bunsen non allumé, dont le tube a un diamètre interne de 9,5 mm, doit être disposé de façon que son axe longitudinal soit dans le même plan vertical que le bord inférieur de l'échantillon, incliné d'environ 45° sur la verticale, et le bord inférieur du tube étant à 10 mm en dessous de l'extrémité libre de l'échantillon de façon que le bord inférieur de l'échantillon soit soumis à la flamme d'essai lorsque le bec sera allumé.

Le support du bec doit être aménagé de façon que le bec puisse être rapidement enlevé de dessous l'échantillon et remis en position avec précision sous l'échantillon. Une alimentation de gaz ayant une énergie calorifique d'environ 37 MJ/m<sup>3</sup> doit être utilisée. Le bec, éloigné de l'échantillon, doit être allumé et réglé de manière à produire une flamme bleue constante ayant une hauteur totale de 25 mm.

On a constaté qu'on obtient des résultats analogues avec du méthane de qualité technique lorsqu'un régulateur et un compteur appropriés permettent d'avoir un débit uniforme de gaz, ou avec du gaz naturel ayant une énergie calorifique d'environ 37 MJ/m<sup>3</sup>.

A8.4 La flamme du brûleur doit être mise en position à l'extrémité de l'échantillon pendant 30 s ou jusqu'à ce que l'inflammabilité atteigne la ligne repère 25 mm, si cela se produit avant, puis retirée. On mesure le temps de progression de la flamme ou de l'incandescence depuis la ligne repère 25 mm jusqu'à la ligne repère 100 mm ou jusqu'au point d'extinction, si l'extinction se produit avant la ligne 100 mm, et on calcule la vitesse de propagation en mm/min.

L'essai doit être répété sur les deux échantillons restants.

A8.5 Le matériau est acceptable dans la classe HB si au cours de l'essai ci-dessus aucun échantillon ne présente une vitesse calculée de flamme ou d'incandescence supérieure à :

- 40 mm/min pour les échantillons d'une épaisseur de 3 mm ou plus;
- 65 mm/min pour les échantillons d'une épaisseur inférieure à 3 mm.

## A9. Inflammabilité superficielle des matériaux en utilisant comme source de chaleur un panneau rayonnant

### A9.1 Domaine d'application

A9.1.1 La présente méthode a pour objet de mesurer l'inflammabilité superficielle des matériaux\*.

### A9.2 Résumé de la méthode

A9.2.1 Pour mesurer l'inflammabilité superficielle des matériaux, la présente méthode emploie une source de chaleur rayonnante qui consiste en un panneau de 305 mm × 457 mm devant lequel est disposé un échantillon du matériau de 152 mm × 457 mm. L'échantillon est orienté de façon que l'inflammation se produise près de son rebord supérieur et que la flamme se propage du haut vers le bas.

A9.2.2 L'indice de propagation de la flamme est le produit d'un facteur dérivé de la vitesse de propagation de la flamme (propriété d'inflammation) et d'un autre facteur tenant compte du taux de libération de chaleur par le matériau essayé.

### A9.3 Appareillage

A9.3.1 L'appareil est essentiellement conforme aux figures A1 et A2, pages 136 et 138; il comporte les éléments suivants:

\* Extrait du *Annual Book of ASTM Standards*, Copyright American Society for Testing and Materials (ASTM E-162).

lowest edge of the sample, and with the free end of the sample immediately above the edge of the gauze.

An unlit Bunsen burner with a barrel having a bore of 9.5 mm shall be supported with its longitudinal axis in the same vertical plane as the lowest edge of the sample, inclined at approximately 45° to the vertical, and with the lower edge of the barrel mouth 10 mm below the free end of the sample, so that the bottom edge of the sample is subjected to the test flame, when lit.

The burner support shall be arranged to enable the burner to be quickly removed from and precisely returned to its position under the sample. A gas supply of approximately 37 MJ/m<sup>3</sup> shall be used. When not in proximity to the sample, the burner shall be ignited and adjusted to produce a steady blue flame with an overall height of 25 mm.

A supply of technical grade methane gas with suitable regulator and meter for uniform gas flow, or natural gas having a calorific value of approximately 37 MJ/m<sup>3</sup>, has been found to give similar results.

A8.4 The burner flame shall be moved into position at the end of the sample for 30 s or until burning reaches the 25 mm mark, if this occurs earlier, and then removed. By timing the progress of flaming or glowing from the 25 mm mark to the 100 mm mark, or to the point of extinction, if this occurs earlier, the rate of progress in mm/minute shall be calculated.

The test shall be repeated on the two remaining samples.

A8.5 The material is acceptable as Class HB provided that in the above test no sample has a calculated rate of flaming or glowing greater than:

- 40 mm/min for samples of a thickness of 3 mm or more;
- 65 mm/min for samples of a thickness of less than 3 mm.

## A9. Surface flammability of materials using a radiant heat energy source

### A9.1 Scope

A9.1.1 This method covers the measurement of surface flammability of materials\*.

### A9.2 Summary of method

A9.2.1 This method of measuring surface flammability of materials employs a radiant heat source consisting of a 305 mm by 457 mm panel in front of which an inclined 152 mm by 457 mm specimen of the material is placed. The orientation of the specimen is such that ignition is forced near its upper edge and the flame front progresses downward.

A9.2.2 A factor derived from the rate of progress of the flame front (ignition properties) and another relating to the rate of heat liberation by the material under test are combined to provide a flame spread index.

### A9.3 Apparatus

A9.3.1 The apparatus shall be essentially as shown in Figures A1 and A2, pages 137 and 139, and shall include the following:

\* Extracted from the Annual Book of ASTM Standards, Copyright, American Society for Testing and Materials. (ASTM E-162).

#### A9.3.1.1 Panneau rayonnant avec alimentation en air et en gaz

Le panneau rayonnant est formé d'un matériau réfractaire poreux monté verticalement sur un cadre en fonte: il expose une surface rayonnante de 305 mm × 457 mm et peut fonctionner à des températures allant jusqu'à 816 °C. Le panneau est muni (voir figure A2, page 138) d'un aspirateur type venturi qui permet de mélanger le gaz et l'air à une pression proche de la pression atmosphérique, d'un ventilateur centrifuge, ou appareil analogue qui fournit 47,2 l par seconde à 71 mm d'eau, d'un filtre à air qui empêche la poussière d'obstruer les pores du panneau, d'un régulateur de pression et d'une soupape de régulation et de fermeture montée sur l'arrivée du gaz.

#### A9.3.1.2 Support de l'échantillon

Le support de l'échantillon a la forme et les dimensions indiquées à la figure A3, page 140: il est construit en acier chromé calorifugé. Des repères sont limés à la surface du support de manière à les faire correspondre aux lignes qui sont disposées à 76 mm d'intervalle sur l'échantillon.

#### A9.3.1.3 Cadre du support de l'échantillon

Le cadre est composé de deux tiges transversales en acier inoxydable de 12,7 mm de diamètre; une encoche d'arrêt permet de centrer exactement l'échantillon devant le panneau rayonnant. Le cadre et les éléments d'ancrage sont construits en métal ordinaire. Etant donné que l'angle de l'échantillon et sa position par rapport au panneau sont déterminants, les dimensions du cadre qui spécifient ces conditions doivent correspondre à 3,2 mm près aux valeurs indiquées par la figure A2.

#### A9.3.1.4 Bec brûleur

Le bec brûleur est un petit morceau de tube d'acier inoxydable de 3,2 mm de diamètre interne et de 4,8 mm de diamètre externe. La partie du bec qui est exposée à la chaleur rayonnante doit être

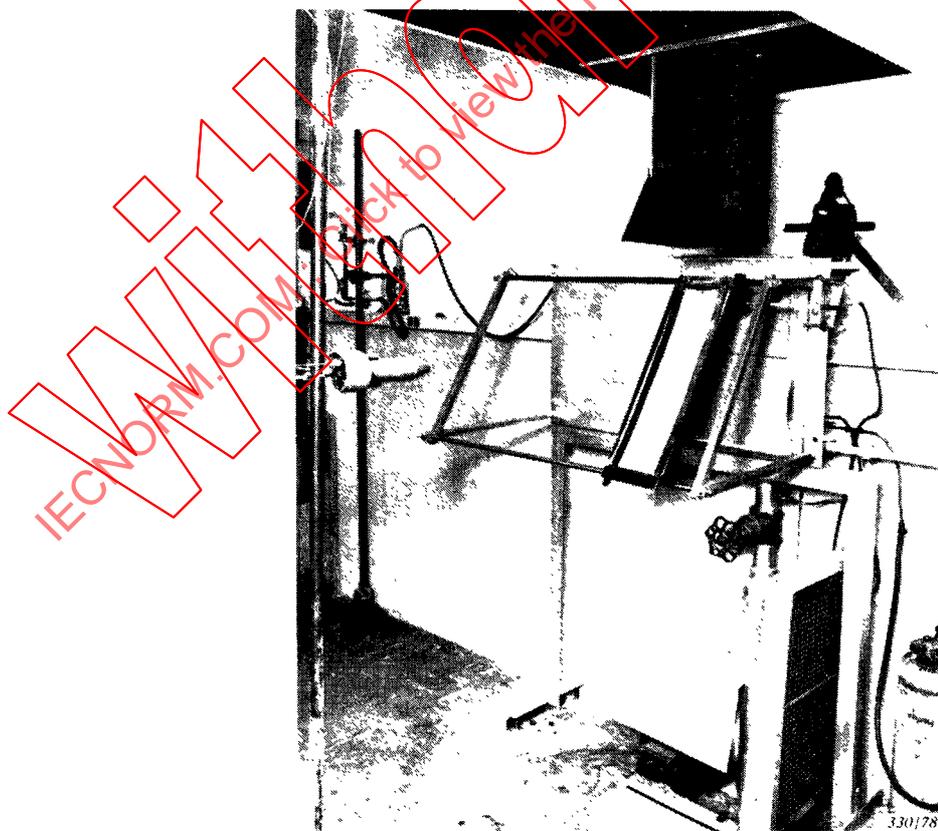


FIG. A1. — Matériel d'essai pour l'évaluation de la propagation de la flamme du panneau rayonnant.

#### A9.3.1.1 Radiant panel with air and gas supply

The radiant panel shall consist of a porous refractory material vertically mounted in a cast-iron frame, exposing a radiating surface of 305 mm by 457 mm and shall be capable of operating at temperatures up to 816 °C. The panel shall be equipped (see Figure A2, page 139) with a venturi-type aspirator for mixing gas and air at approximately atmospheric pressure; a centrifugal blower or equivalent to provide 47.2 l per second air at 71 mm of water; an air filter to prevent dust from obstructing the panel pores; a pressure regulator and a control and shut-off valve for the gas supply.

#### A9.3.1.2 Specimen holder

The specimen holder shall conform in shape and dimension to Figure A3, page 141, and be constructed from heat-resistant chromium steel. Observation marks shall be filed on the surface of the specimen holder to correspond with 76 mm interval lines on the specimen.

#### A9.3.1.3 Framework for support of the specimen holder

The framework shall have two transverse rods of stainless steel, each 12.7 mm diameter, with a stop to centre the specimen holder directly in front of the radiant panel. The support and bracing members should be constructed from metal stock. Since the angle of the specimen and its position with respect to the panel are critical, the framework dimensions specifying these conditions shall be within 3.2 mm of the values given in Figure A2.

#### A9.3.1.4 Pilot burner

The pilot burner shall be a short length of stainless steel tubing 3.2 mm inside diameter by 4.8 mm outside diameter. The part of the burner that is exposed to radiant energy shall be protected with a

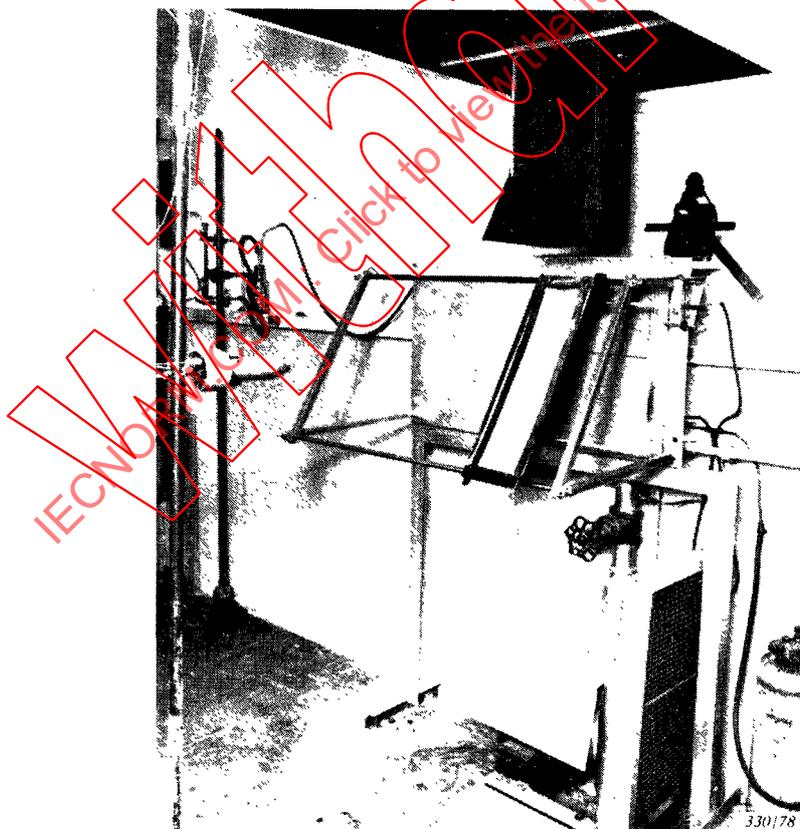
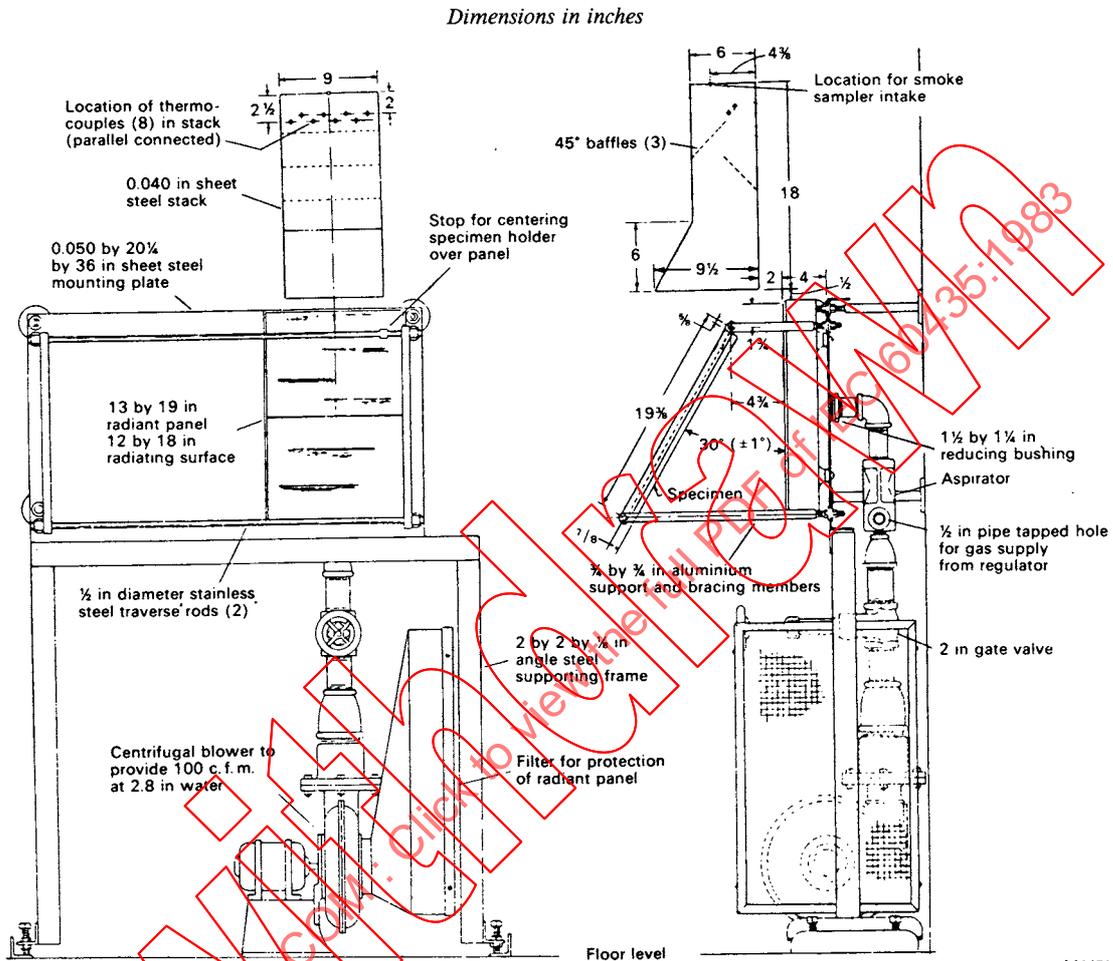


FIG. A1. — Radiant panel flame spread test equipment.



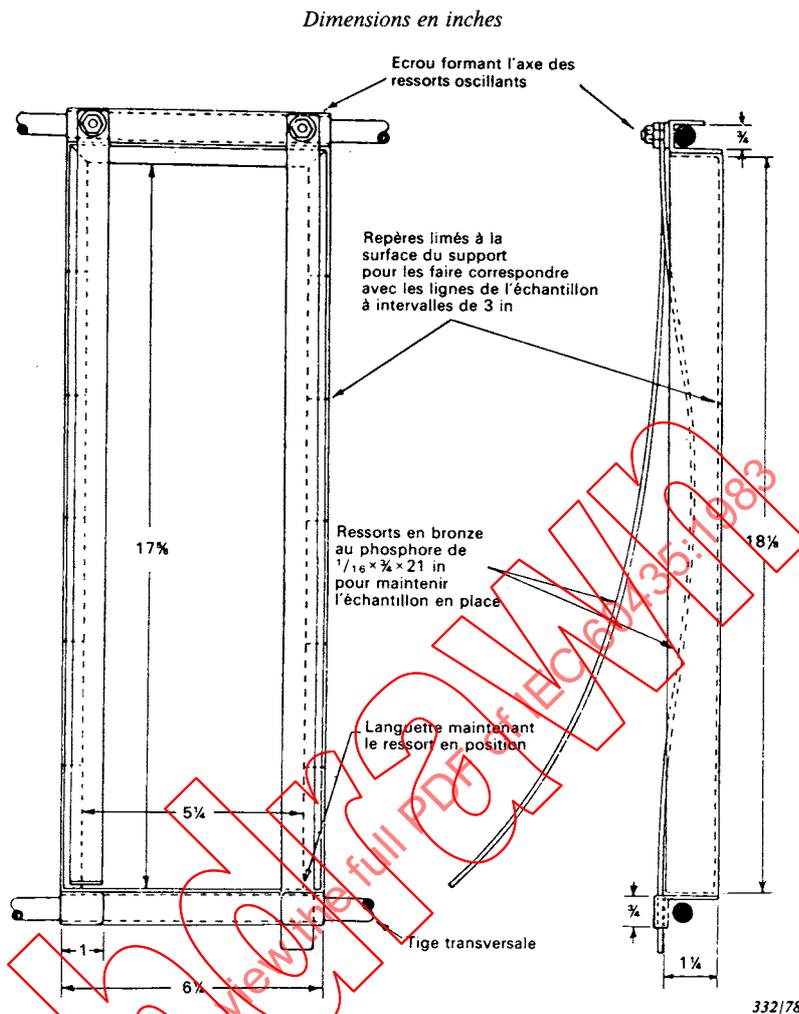
porcelain tube 5.2 mm inside diameter by 6.8 mm outside diameter. The burner shall be mounted horizontally and at a slight angle to the intersection of the horizontal plane of the burner with the plane of the specimen. The burner shall also be capable of being swung out of position when not in use. The pilot shall provide a 51 mm to 76 mm flame of gas premixed with air in an aspirating type fitting. Acetylene has been found satisfactory for this purpose. The position of the burner tip is such that the flame will contact or be within 12.7 mm of contacting the top centre area of the specimen.



Metric equivalents			
in	mm	in	mm
0.040	1.0	6	152
½	12.7	9½	241
⅝	16.0	18	457
⅞	22.2	19¾	492
1¼	44	¾ × ¾	19.2 × 19.2
2	51	1½ × 1¼	38 × 32
2½	64	12 × 18	305 × 457
2.8	71	13 × 19	330 × 483
4	102	2 × 2 × ½	51 × 51 × 3.2
4⅝	111	0.050 × 20¼ × 36	13 × 514 × 914
4¾	121		

100 c.f.m. = 47.21 l/s

FIG. A2. — Details of construction of test equipment.



Equivalents métriques			
in	mm	in	mm
3/4	19	6 1/4	159
1	25	17 3/8	447
1 1/4	32	18 1/8	460
3	76	1/16 x 3/4 x 21	1,6 x 19 x 533
5 1/4	133		

FIG. A3. — Support de l'échantillon.

A9.3.1.5 Cheminée

La cheminée est faite à partir d'une plaque d'acier de 1,0 mm selon la forme et les dimensions indiquées à la figure A2, page 138. La position de la cheminée par rapport à l'échantillon et au panneau rayonnant est également conforme aux conditions de la figure A2.

A9.3.1.6 Thermocouples

Huit thermocouples de résistance égale montés en parallèle sont disposés dans la cheminée sur des appuis isolants en porcelaine, conformément aux figures A2 et A4. Chaque jonction est réalisée en soudant l'extrémité de deux fils torsadés de chromel et d'alumel de 0,5 mm de diamètre.

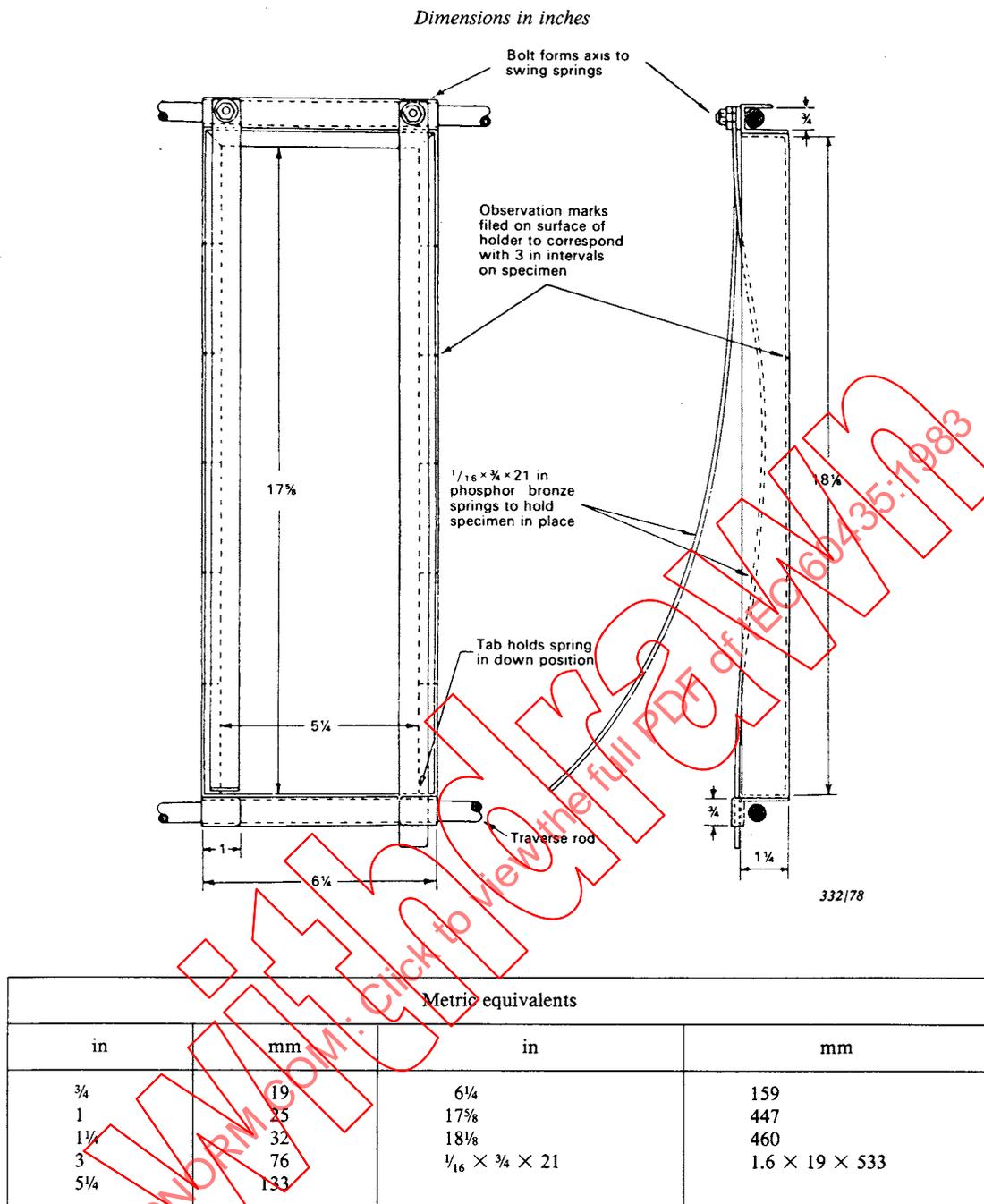


FIG. A3. — Specimen holder.

## A9.3.1.5 Stack

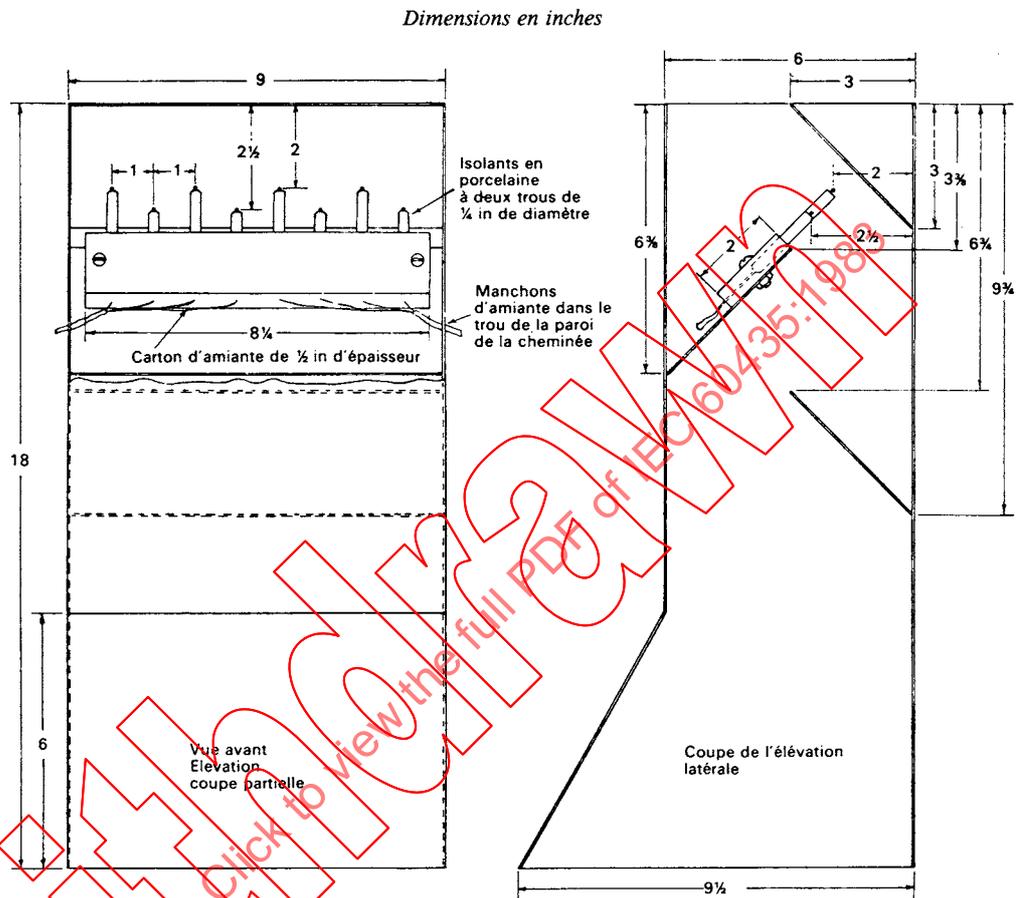
The stack shall be made from 1.0 mm sheet steel with shape and dimensions as shown in Figure A2, page 139. The position of the stack with respect to the specimen and radiant heat panel shall also comply with the requirements of Figure A2.

## A9.3.1.6 Thermocouples

Eight thermocouples of equal resistance and connected in parallel shall be mounted in the stack and supported with porcelain insulators as indicated in Figures A2 and A4. Each junction shall be formed by fusing the end of a twisted pair of chromel and alumel wires of 0.5 mm diameter.

A9.3.1.7 Potentiomètre enregistreur automatique

Un potentiomètre automatique fonctionnant dans la gamme de 38 °C à 538 °C doit être installé afin d'enregistrer la variation de température des thermocouples de la cheminée, qui sont décrits au paragraphe A9.3.1.6. L'enregistreur doit fournir un enregistrement continu ou imprimer les données à des intervalles de 15 s au maximum.



Equivalents métriques			
in	mm	in	mm
1/4	6,4	6	152
1/2	12,7	6 3/4	171
1	25	8 1/4	210
2	51	9	229
2 1/2	64	9 1/2	241
3	76	9 3/4	248
3 3/8	86	18	457

FIG. A4. — Montage des thermocouples.

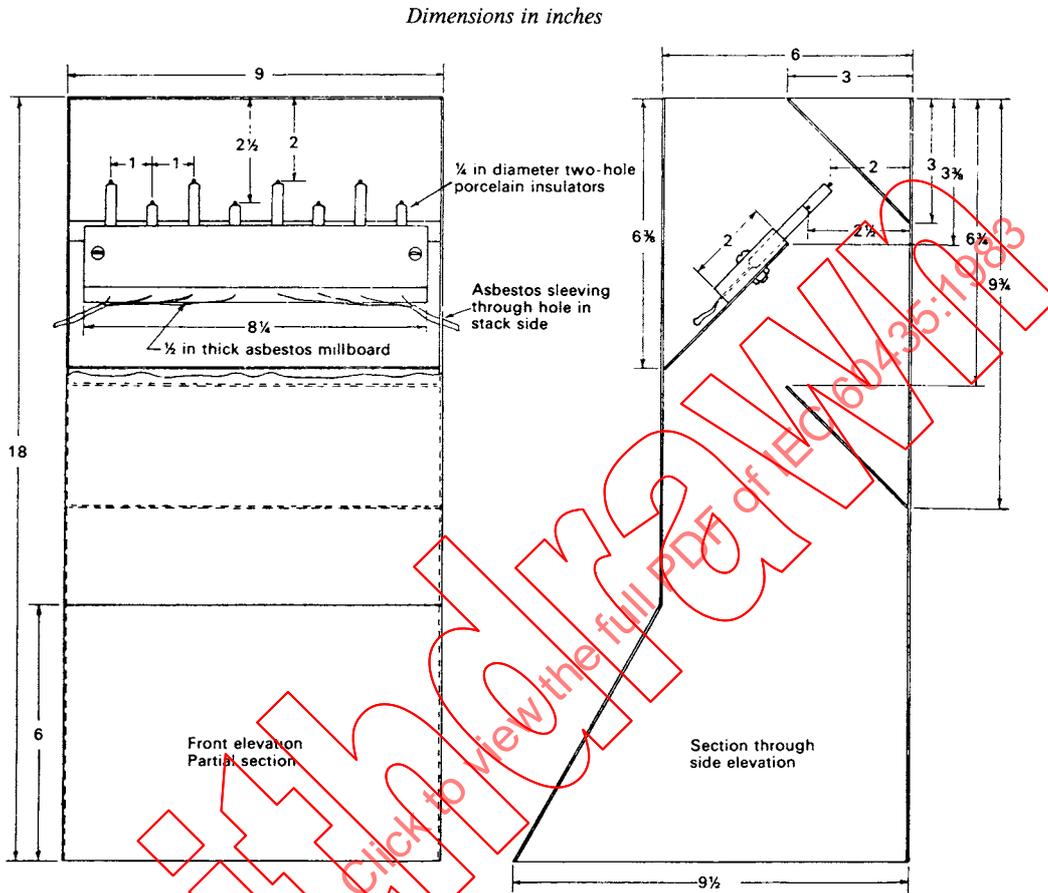
A9.3.1.8 et A9.3.1.9 Disponibles.

A9.3.1.10 Hotte

Il est indispensable de disposer d'une hotte d'aspiration à ventilateur au-dessus de la cheminée. Le ventilateur doit permettre une vitesse d'air aspiré de 30,5 m/min au sommet de la cheminée quand le

A9.3.1.7 Automatic potentiometer recorder

An automatic potentiometer in the range of 38 °C to 538 °C shall be installed to record the temperature variation of the stack thermocouples as described in Sub-clause A9.3.1.6. The recorder should give a continuous record or shall print at time intervals of not more than 15 s.



333/78

Metric equivalents			
in	mm	in	mm
1/4	6.4	6	152
1/2	12.7	6 3/4	171
1	25	8 1/4	210
2	51	9	229
2 1/2	64	9 1/2	241
3	76	9 3/4	248
3 3/8	86	18	457

FIG. A4. — Thermocouple mounting arrangement.

A9.3.1.8 and A9.3.1.9 Void.

A9.3.1.10 Hood

A hood with exhaust blower placed over the stack. The blower should produce a velocity of 30.5 m/min at the top of the stack with the radiant panel not operating, or approximately 76.2 m/min

panneau rayonnant ne fonctionne pas, ou d'environ 76,2 m/min quand le panneau rayonnant est à sa température d'exploitation. La vitesse de parcours dans la cheminée ne présente pas une importance déterminante pour les mesures de propagation de flamme, à condition d'effectuer un étalonnage de la température des thermocouples de la cheminée (voir paragraphe A10.3) dans les conditions d'essai établies. Les surfaces de la hotte doivent dépasser le sommet et les parois de la cheminée d'au moins 254 mm et 191 mm respectivement.

#### A9.3.1.11 Pyromètre optique

Le pyromètre optique permettant de normaliser la production thermique du panneau doit assurer la visualisation d'une zone circulaire de 254 mm de diamètre à une distance d'environ 1,2 m. Il doit être étalonné dans la gamme de température d'exploitation du corps noir conformément à la procédure décrite dans l'article A10.

#### A9.3.1.12 Potentiomètre portatif

La sortie du pyromètre optique doit être contrôlée au moyen d'un potentiomètre gradué en millivolts pouvant être utilisé avec le pyromètre optique décrit au paragraphe A9.3.1.11.

#### A9.3.1.13 Minuterie

La minuterie doit être étalonnée de façon à enregistrer, à 0,01 min près, la séquence des événements durant l'essai.

#### A9.4 Echantillons d'essai

A9.4.1 Les échantillons d'essai doivent mesurer 152 mm par 457 mm par l'épaisseur de la feuille.

#### A9.4.2 Essais d'application

Les matériaux de support utilisés durant l'essai doivent être les mêmes que ceux prévus pour l'emploi pratique.

A9.4.3 Dans le cas d'essais comparatifs ou dans ceux où l'emploi d'un apprêt n'est pas précisé, le matériau d'apprêt doit être préparé aux fins d'essai conformément aux dispositions des paragraphes A9.4.4 à A9.4.8, inclusivement.

A9.4.4 Les feuilles opaques aux rayons infrarouges et à épaisseur de plus de 1,6 mm ne sont pas appliquées à une base.

A9.4.5 Les feuilles opaques ayant jusqu'à 1,6 mm d'épaisseur et les films liquides, tels les peintures, etc., devant être appliqués à un matériau de base combustible doivent être appliqués, selon les procédures recommandées, sur un panneau de fibres recuit de 6,4 mm d'épaisseur. Le panneau doit avoir un indice moyen de propagation de la flamme de 130 à 160, déterminé sur la base d'un minimum de quatre essais exécutés conformément à la présente méthode.

A9.4.6 Les films liquides ou autres matériaux destinés à une base non combustible doivent être appliqués sur la surface lisse d'un panneau d'amiante-ciment de 6,4 mm d'épaisseur, conformément aux conditions spécifiées d'étalement ou, en leur absence, sur une épaisseur minimale de 0,76 mm.

A9.4.7 Les feuilles transparentes ou translucides de n'importe quelle épaisseur ne sont pas appliquées sur une base, mais renforcées par une feuille de papier d'argent à fort pouvoir de réflexion.

A9.4.8 Les matériaux, y compris les tissus, qui ne sont pas appliqués sur une base mais dont un ou plusieurs bords reposent sur un appui sont montés sur un support spécial formé de carton d'amiante de 12,7 mm d'épaisseur dont la surface qui fait face à l'échantillon est recouverte d'une feuille de papier d'argent à fort pouvoir de réflexion. Des entretoises de carton d'amiante de 12,7 mm sur 12,7 mm sont disposées sur le périmètre du support revêtu de papier d'argent de manière à séparer l'échantillon de ce dernier. Les matériaux flexibles doivent être coupés en morceaux de 254 mm sur 559 mm repliés tout autour du cadre et rattachés au dos du carton avec une force à peine suffisante pour éliminer le jeu.

*with the radiant panel at operating temperature. The velocity through the stack is not critical for flame-spread measurements provided a stack thermocouple temperature calibration is performed (see Sub-clause A10.3) for the established test conditions. The hood surfaces should clear the top and sides of the stack by a minimum of 254 mm and 191 mm respectively.*

#### A9.3.1.11 Radiation pyrometer

*The radiation pyrometer for standardizing the thermal output of the panel shall be suitable for viewing a circular area 254 mm in diameter at a range of about 1.2 m. It shall be calibrated over the operating black body temperature range in accordance with the procedure described in Clause A10.*

#### A9.3.1.12 Portable potentiometer

*The electrical output of the radiation pyrometer shall be monitored by means of a potentiometer provided with a millivolt range suitable for use with the radiation pyrometer described in Sub-clause A9.3.1.11.*

#### A9.3.1.13 Timer

*The timer shall be calibrated to read to 0.01 min to record the time of events during the test.*

### A9.4 Test specimens

A9.4.1 *The test specimens shall be 152 mm by 457 mm by the sheet thickness.*

#### A9.4.2 Application tests

*Backing materials for the test shall be the same as that for the intended application.*

A9.4.3 *For comparison tests, or where the intended application of a finish material is not specified, the finish material shall be prepared for test in accordance with Sub-clauses A9.4.4 to A9.4.8.*

A9.4.4 *Sheet materials that are opaque to infra-red radiation and greater than 1.6 mm thickness are not applied to a base.*

A9.4.5 *Opaque sheet materials up to 1.6 mm thickness, and liquid films such as paints, etc. intended for application to combustible base materials, shall be applied to 6.4 mm thick tempered hardboard using recommended application procedures. The hardboard shall have a mean flame-spread index of 130 to 160 based upon a minimum of four tests performed in accordance with this method.*

A9.4.6 *Liquid films and other materials for application to a non-combustible base shall be applied to the smooth surface of 6.4 mm thick asbestos cement board, using specified spreading rate requirements, or, in the absence of requirements, a minimum-coating thickness of 0.76 mm.*

A9.4.7 *Transparent or translucent sheet materials of any thickness are not applied to a base but shall be backed by a sheet of highly reflective aluminium foil.*

A9.4.8 *Materials, including fabrics, not applied to a base but supported at one or more edges shall be mounted on a special backing of 12.7 mm thick asbestos millboard of which the surface opposite the test specimen is covered with a sheet of highly reflective aluminium foil. Asbestos millboard spacers 12.7 mm by 12.7 mm shall be used at the perimeter of the foil-covered face of the backing to separate the test material from the foil. Flexible materials shall be cut to 254 mm by 559 mm size, folded around the frame and fastened to the rear surface of the millboard with tension sufficient only to remove slack.*

A9.4.9 *Les matériaux d'apprêt, y compris les feuilles laminées, les carreaux, les tissus etc., qui sont appliqués sur une base avec des produits adhésifs, ainsi que les produits laminés qui ne sont pas fixés à une base, doivent être soumis à un essai afin de déterminer la possibilité d'intensification de la propagation de flamme ou de danger associé imputable à la délamination, aux fissures, à l'écaillage ou à d'autres modes de séparation du matériau d'apprêt. Une intensification de la propagation de flamme peut être provoquée par le passage des flammes sur le dos du matériau d'essai ou par l'inflammation du produit adhésif ou de la base. L'existence de tels effets se détermine comme suit:*

A9.4.9.1 *Un ou plusieurs échantillons du matériau sont soumis à un essai dans l'état où ils sont reçus selon la procédure décrite ici en ce qui concerne la détermination de la propagation de la flamme sur des matériaux ordinaires.*

A9.4.9.2 *Les matériaux qui ont tendance à se délaminer ou à se séparer du support de l'échantillon durant l'essai ci-dessus doivent faire l'objet d'un nouvel essai portant sur un ou plusieurs échantillons durant lequel le matériau est maintenu en position par une grille de 152 mm sur 457 mm à mailles hexagonales de 25,4 mm, placée contre le support de l'échantillon et contre la face exposée de ce dernier.*

A9.4.9.3 *Les matériaux, comme décrits dans le présent paragraphe et qui sont soumis à un essai conformément aux dispositions du paragraphe A9.4.9.1 ou des paragraphes A9.4.9.1 et A9.4.9.2 combinés doivent faire l'objet d'essais supplémentaires portant sur un ou plusieurs échantillons. Ces échantillons sont préparés en traçant des rainures de largeur maximale de 1,6 mm dans le matériau d'apprêt, en aménageant une rainure longitudinale de 25,4 mm du bord et cinq rainures latérales à 102 mm d'intervalle et à 25,4 mm des bords supérieur et inférieur. La configuration ainsi obtenue comporte quatre grandes sections, ayant chacune 102 mm sur 127 mm attachées au dos par les lames de substrat ou des produits adhésifs, et soutenues sur le côté intact par le support de l'échantillon. Les feuilles laminées qui ne sont pas appliquées à la base doivent être rainurées sur les trois-quarts de leur épaisseur; les matériaux qui sont appliqués sur la base doivent être rainurés sur toute leur épaisseur à travers l'apprêt.*

A9.4.9.4 *L'essai d'inflammabilité de l'échantillon se réalise dans les conditions prévues par les paragraphes A9.4.9.1 à A9.4.9.3 inclusivement, qui ont donné l'indice le plus élevé de propagation de flamme. Si, toutefois, dans un ensemble rainuré, une augmentation de l'indice de propagation de flamme peut être imputée essentiellement à l'accélération du déplacement de la flamme dans les rainures, l'essai d'inflammabilité doit être réalisé de façon ordinaire, sans rainure.*

A9.4.10 *Les matériaux d'apprêt devant être employés sans liant et ceux qui sont soumis à un essai sans application à un substrat doivent faire l'objet d'un essai avec un support grillagé, comme le décrit le paragraphe A9.4.9.2 si, dans le premier essai d'inflammabilité, le matériau a tendance à se fendre ou à se casser, pour tomber du support de l'échantillon, ne laissant aucun matériau, ou seulement une quantité réduite de matériau, pour la poursuite de l'essai.*

A9.4.11 *Tous les échantillons, à l'exception de ceux qui ont plus de 19,0 mm d'épaisseur, doivent être montés sur un support de carton d'amiante de 12,7 mm d'épaisseur et de 0,96 g/cm<sup>3</sup> de masse volumique. Afin de protéger le dos de l'échantillon, une bande de carton fort d'amiante de 25 mm sur 152 mm doit être disposée au travers du bord supérieur de l'échantillon et repliée sur le dos du carton.*

## A9.5 Conditionnement

A9.5.1 *Les échantillons doivent être séchés au préalable pendant 24 h à 60 °C puis conditionnés au point d'équilibre à température ambiante de 23 ± 3 °C et à 50 ± 5% d'humidité relative.*

A9.4.9 *Finish materials, including sheet laminates, tiles, fabrics and others applied to a base material with adhesive as well as laminated materials not attached to a base shall be tested for possible increased flame spread or associated hazard due to delamination, cracking, peeling, or other separation of the finish material. An increase in flame spread may be caused by flaming on the reverse face of the test material, or by ignition of the adhesive or base material. Determination of the existence of such effects shall be made as follows:*

A9.4.9.1 *One or more specimens of the sample material shall be tested as received in the manner prescribed herein for the flame spread determination of ordinary materials.*

A9.4.9.2 *Materials which tend to delaminate or in any way separate from the specimen holder during the above test exposure shall be retested using one or more specimens in which the material is retained in position by a 152 mm by 457 mm sheet of 25.4 mm hexagonal wire mesh placed in the specimen holder and against the exposed face of the specimen.*

A9.4.9.3 *Materials as described in this sub-clause, and tested in accordance with Sub-clause A9.4.9.1 or Sub-clauses A9.4.9.1 and A9.4.9.2 combined shall be further tested using one or more specimens. These specimens shall be prepared by scoring grooves of 1.6 mm max. width in the finish material, making one longitudinal groove 25.4 mm from an edge, and five lateral grooves 102 mm apart and 25.4 mm from the top and bottom edges. The resulting pattern contains four large sections, each 102 mm by 127 mm held on the back by the substrate lamina or by adhesive, and supported on the unscored side by the specimen holder. Unapplied laminates should be grooved through three-quarters of the thickness; materials applied to a base should be scored completely through the finish.*

A9.4.9.4 *The flammability test of the sample material shall be conducted under the appropriate conditions of Sub-clauses A9.4.9.1 to A9.4.9.3 that had yielded the highest flame-spread index. However, if in a grooved assembly any increase in the flame-spread index can be attributed primarily to accelerated flame travel within the grooves, the flammability test shall be conducted in the conventional manner, without grooves.*

A9.4.10 *Finish materials intended for use without attachment and those being tested without application to a substrate shall be tested with wire mesh support as described in Sub-clause A9.4.9.2 if, in the initial flammability test, the material tends to crack or split, and fall from the specimen holder, leaving no material, or a reduced quantity, for the test.*

A9.4.11 *All specimens except those over 19.0 mm thick shall be backed with 12.7 mm asbestos millboard of 0.96 g/cm<sup>3</sup> density. To protect the back surface of the specimen, a 25 mm by 152 mm strip of heavy asbestos paper shall be placed across the top edge of the specimen and folded down over the back of the millboard.*

## A9.5 Conditioning

A9.5.1 *Specimens shall be pre-dried for 24 h at 60 °C and then conditioned to equilibrium at an ambient temperature of 23 ± 3 °C and a relative humidity of 50 ± 5%.*

## A9.6 Nombre d'échantillons d'essai

A9.6.1 *Au moins six échantillons de chaque matériau doivent être soumis à un essai dans les conditions applicables audit matériau.*

## A9.7 Procédure

A9.7.1 *Enlever des thermocouples, avec une brosse, les dépôts de combustibles gênants au moins une fois par semaine quand l'appareil est employé chaque jour de la semaine pendant 8 h par jour. Les nettoyer plus fréquemment chaque fois que l'indique une inspection visuelle. Dans le cas des matériaux qui produisent une fumée très épaisse, il peut être nécessaire de nettoyer les thermocouples après chaque essai.*

A9.7.2 *Allumer le mélange air-gaz qui traverse le panneau rayonnant et laisser l'élément chauffer pendant une demi-heure. Avant chaque essai, vérifier la chaleur rayonnante au moyen du pyromètre optique disposé de telle manière qu'il couvre une surface de 254 mm de diamètre au centre du panneau. Régler le débit d'arrivée du gaz de façon à maintenir la chaleur rayonnante au même niveau que celui produit par un corps noir de même dimension à  $670 \pm 4$  °C.*

A9.7.3 *Brancher le potentiomètre enregistreur pour mesurer la température des thermocouples de la cheminée.*

A9.7.4 *Disponible.*

A9.7.5 *Allumer le bec brûleur et le régler de manière à obtenir une flamme de 50 mm à 76 mm. Mettre le bec en position devant le panneau rayonnant. Le bec du brûleur doit rester allumé et en position durant tout l'essai, qu'il y ait ou non inflammation de l'échantillon. Dans le cas des matériaux qui ont tendance à se rétrécir ou à se contracter au contact de la chaleur, la position de la flamme du bec brûleur doit être telle qu'elle entre en contact direct avec l'échantillon.*

A9.7.6 *Mettre l'échantillon dans son cadre et disposer celui-ci sur son support; mettre la minuterie en marche en même temps. Il doit s'écouler 5 min au maximum entre le temps où l'échantillon est enlevé de la chambre de conditionnement et celui où il est mis en position sur son support. Pendant cet intervalle, mettre l'échantillon et son support dans une enveloppe qui fasse écran contre les vapeurs; cette enveloppe n'est enlevée qu'au moment où l'échantillon et son support sont mis en place pour l'essai. Un sac de polyéthylène a donné de bons résultats comme écran contre les vapeurs.*

A9.7.7 *Consigner le temps où la flamme arrive à chaque repère de 76 mm sur la monture de l'échantillon ou sur les lignes correspondantes de celui-ci ou sur les deux. Consigner également l'échauffement maximal sur les thermocouples de la cheminée.*

A9.7.8 *Consigner toutes les observations concernant toutes les caractéristiques de comportement d'un échantillon qui semblent intéressantes.*

A9.7.9 *Temps d'exposition.*

*L'essai est achevé quand la flamme a parcouru toute la longueur de l'échantillon, ou après 15 min suivant la durée la plus courte, pourvu que la température maximale des thermocouples de la cheminée soit atteinte.*

A9.7.10 *Disponible.*

## A9.8 Calculs

A9.8.1 *Calculer comme suit l'indice de propagation de la flamme  $I_s$  d'un échantillon comme étant le produit du facteur de propagation de flamme  $F_s$  et du facteur d'évolution calorifique  $Q$ :*

$$I_s = F_s Q$$

## A9.6 Number of test specimens

A9.6.1 *At least six specimens of each sample shall be tested under the conditions applicable to the type of sample.*

## A9.7 Procedure

A9.7.1 *Remove objectionable combustion deposits from the thermocouples by brush-cleaning them at least once every week when the apparatus is used 8 h each day for a week. Clean them more frequently whenever periodic visual inspection indicates. With very heavy smoke-producing materials, it may become necessary to clean the thermocouples after each test.*

A9.7.2 *Ignite the gas-air mixture passing through the radiant panel and allow the unit to heat for half an hour. Before each test, check the radiant output by means of the radiation pyrometer placed in such a manner as to view a central panel area about 254 mm in diameter. Adjust the rate of gas supply to maintain the radiant output equal to that which would be obtained from a black body of the same dimensions operating at a temperature of  $670 \pm 4$  °C.*

A9.7.3 *Turn on the recording potentiometer for measuring the stack thermocouple temperature.*

A9.7.4 *Void.*

A9.7.5 *Ignite the pilot light and adjust it to give a flame 50 mm to 76 mm long. Move the pilot light into position in front of the radiant panel. The pilot burner shall remain ignited and in position for the duration of the test whether or not there is flaming of the specimen. For materials which tend to shrink or contract upon application of heat, position the pilot burner flame so as to directly contact the specimen.*

A9.7.6 *Place the specimen holder containing the specimen into the supporting framework and start the timer simultaneously. A maximum of 5 min shall elapse between the time the specimen is removed from the conditioning chamber until it is placed in position on the framework. During this time place the specimen and holder in an appropriate vapour barrier jacket, removing it only when the specimen and holder are placed on the framework for the test. A polyethylene bag has been found suitable as a vapour barrier envelope.*

A9.7.7 *Record the time of arrival of the flame at each of the 76 mm marks on the specimen holder or on the corresponding lines on the specimen, or both. Also record the maximum temperature rise of the stack thermocouples.*

A9.7.8 *Record any observations made of any behaviour characteristics of a specimen that appear to be of interest.*

A9.7.9 *Exposure time*

*The test is completed when the flame front has progressed the full length of the specimen, or after an exposure time of 15 min whichever occurs earlier, provided the maximum temperature of the stack thermocouples is reached.*

A9.7.10 *Void.*

## A9.8 Calculations

A9.8.1 *Calculate the flame-spread index  $I_s$  of a specimen as the product of the flame-spread factor  $F_s$ , and the heat evolution factor,  $Q$  as follows:*

$$I_s = F_s Q$$

où:

$$F_s = 1 + \frac{1}{t_3} + \frac{1}{t_6 - t_3} + \frac{1}{t_9 - t_6} + \frac{1}{t_{12} - t_9} + \frac{1}{t_{15} - t_{12}}$$

$t_3 \dots t_{15}$  indiquent le temps en minutes à compter de la première exposition de l'échantillon à la flamme jusqu'à l'arrivée de cette dernière aux positions 76 mm ... 381 mm, respectivement, sur toute la longueur de l'échantillon.

$$Q = 0,1 \frac{T}{\beta}$$

où:

0,1 = une constante arbitraire

$T$  = l'échauffement maximal, observé en degrés Fahrenheit des thermocouples de la cheminée par rapport à la température observée sur l'échantillon d'amiante-ciment

$\beta$  = l'échauffement maximal des thermocouples de la cheminée par taux unitaire d'apport thermique du bec d'étalonnage (voir paragraphe A10.3) en degrés Fahrenheit (par Btu par minute). C'est une constante pour l'appareil.

#### A9.8.2 Déflagration superficielle

La relation définissant le facteur de propagation de flamme  $F_s$  suppose que l'inflammation est soutenue sur une partie ou sur toute la largeur de l'échantillon. Dans les essais où la flamme traverse comme un éclair tout ou une grande partie de la surface sans pour autant établir immédiatement d'inflammation soutenue, cette relation serait difficile à appliquer. En pareils cas, si l'éclair avance et recule sur une distance minimale de 152 mm de la longueur de l'échantillon en 3 s ou moins, le matériau est indiqué comme présentant des «possibilités de déflagration», et on signale le temps où l'éclair s'est produit. Si une inflammation soutenue se produit ou continue après déflagration à partir du point où l'éclair a reculé,  $I_s$  se calcule normalement et est indiqué en complément des «possibilités de déflagration». Mais s'il se produit un éclair de plus de 3 s sur n'importe quelle longueur, la distance de son parcours doit alors être considérée comme constituant le front de flammes et  $I_s$  se calcule de façon normale.

A9.8.3 Les matériaux qui ont tendance à couler rapidement ou à former des gouttes enflammées, soit séparément, soit à l'occasion de l'avance générale du front enflammé, à la suite de la fusion et de l'inclinaison presque verticale de l'échantillon durant l'essai, sont accompagnés de la mention «matériau enflammé qui coule (ou dégoutte)»; le temps d'apparition du phénomène doit être indiqué et vient s'ajouter à l'indice de propagation de flamme qui est ordinairement déterminé.

A9.8.4 Dans le cas de matériaux à faible densité et à configuration cellulaire ou autre, sur lesquels l'inflammation est rapide et se limite au début de l'essai, une légère augmentation de température peut demeurer inobservée en raison du retard des thermocouples de la cheminée. Il est important que la valeur  $T$  pour l'échantillon d'essai soit déterminée par rapport à la température du panneau d'amiante-ciment à un moment qui correspond à celui où se produit la température maximale des thermocouples de la cheminée (voir paragraphe A10.3.1).

A9.8.5 Dans le cas de certains matériaux, notamment de ceux dont la surface est traitée avec un produit qui retarde la propagation des flammes, il peut se produire un retard important du début de l'inflammation en surface, suivi d'une progression très rapide de la flamme qui peut envelopper un ou plusieurs repères avant qu'une flamme soutenue ne soit établie. Dans de nombreux cas, une fois que ce phénomène s'est produit, la flamme suit une progression régulière et il peut devenir facile de mesurer le temps de passage de la flamme sur les repères successifs à 76 mm. Toutefois, il peut arriver que la progression du front enflammé soit limitée et ne fournisse aucune donnée supplémentaire concernant la distance parcourue dans un temps donné. Si une flamme enveloppe rapidement deux

where:

$$F_s = 1 + \frac{1}{t_3} + \frac{1}{t_6 - t_3} + \frac{1}{t_9 - t_6} + \frac{1}{t_{12} - t_9} + \frac{1}{t_{15} - t_{12}}$$

$t_3 \dots t_{15}$  correspond to the times in minutes from initial specimen exposure until the arrival of the flame front at the positions 76 mm ... 381 mm, respectively, along the length of the specimen.

$$Q = 0.1 \frac{T}{\beta}$$

where:

0.1 = an arbitrary constant

$T$  = the observed maximum stack thermocouple temperature rise in degrees Fahrenheit over that observed with an asbestos-cement board specimen

$\beta$  = the maximum stack thermocouple temperature rise for unit heat input rate of the calibration burner (see Sub-clause A10.3) in degrees Fahrenheit (per Btu per min). This is a constant for the apparatus.

#### A9.8.2 Surface flash

The relationship defining the flame-spread factor  $F_s$  presumes sustained flaming along a portion or the entire width of the specimen. In those tests in which flames flash across all or a significant portion of the surface without immediately establishing sustained flaming, this relationship would be difficult to apply. In such cases, therefore, if the flash progresses and recedes over at least 152 mm of the length of the specimen in 3 s or less, the material shall be reported "flash potential" and the time at which the flashing occurred shall be reported. If sustained flaming occurs or continues after flashing from the point to which the flash receded,  $I_s$  is computed in the normal manner, and shall be reported in addition to "flash potential". But if a flash of any length occurs and its duration is greater than 3 s the distance to which the flash travelled shall be considered the sustained flame front and  $I_s$  computed in the normal manner.

A9.8.3 Materials that have a tendency to exhibit rapid running or dripping of flaming material, either separately or in conjunction with a general flame front advance, due to melting and the nearly vertical inclination of the specimen during test, shall be noted as "running (or dripping) of flaming material", and the time of occurrence should be reported in addition to the regularly determined flame-spread index.

A9.8.4 For low density, cellular or other materials in which the flaming is rapid and is limited to the early part of the test exposure, a slight temperature rise may remain undetected due to lag of the stack thermocouples. It is important that the value of  $T$  for the test specimen be determined with respect to the stack thermocouple temperature for the asbestos-cement board specimen at a time corresponding to that at which the maximum stack thermocouple temperature was observed for the test specimen (see Sub-clause A10.3.1).

A9.8.5 For some materials, particularly those with flame-retardant treated surfaces, a significant delay may occur in the start of surface flaming, followed by a very rapid flame progression which may envelop one or more markings before a sustained flame establishes itself. In many cases, the progression of the sustained flame front after this has occurred will be regular, and times for the flame front to pass succeeding 76 mm marks may be readily measured. However, in some cases, the sustained flame front progression will be limited, providing no additional time-distance data. If the rapid flaming envelops two or more markings, the time interval or intervals involved, even if measurable, would result in a disproportionately high number being used in summing up the com-