

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE
NORME DE LA CEI

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION
IEC STANDARD

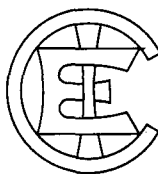
Publication 950

Première édition — First edition

1986

**Sécurité des matériels de traitement de l'information
y compris les matériels de bureau électriques**

**Safety of information technology equipment including
electrical business equipment**



IEC NORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60950:1986

Withdrawn

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE
NORME DE LA CEI

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION
IEC STANDARD

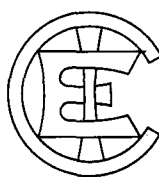
Publication 950

Première édition — First edition

1986

**Sécurité des matériels de traitement de l'information
y compris les matériels de bureau électriques**

**Safety of information technology equipment including
electrical business equipment**



© CEI 1986

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	6
PREFACE	6
INTRODUCTION	10
 Articles	
1. Généralités	14
1.1 Domaine d'application	14
1.2 Définitions	16
1.3 Prescriptions générales	36
1.4 Conditions générales d'essai	36
1.5 Eléments constitutants	40
1.6 Adaptation au réseau	42
1.7 Marques et indications	44
2. Prescriptions fondamentales de conception	50
2.1 Protection contre les chocs électriques et les dangers de transfert d'énergie	50
2.2 Isolation	56
2.3 Circuits à très basse tension de sécurité (TBTS)	60
2.4 Circuits à limitation de courant	64
2.5 Disposition en vue de mise à la terre	66
2.6 Séparation de la source d'alimentation primaire	70
2.7 Protection contre les surintensités et les défauts à la terre dans les circuits primaires	72
2.8 Verrouillages de sécurité	76
2.9 Lignes de fuite, distances dans l'air et distances à travers l'isolation	80
3. Câblage, connexions et alimentation	96
3.1 Câblage	96
3.2 Raccordement à l'alimentation primaire	98
3.3 Bornes pour les conducteurs externes d'alimentation primaire	108
4. Prescriptions physiques	114
4.1 Stabilité et dangers mécaniques	114
4.2 Résistance mécanique et relâchement des contraintes	116
4.3 Détails de construction	120
4.4 Résistance au feu	130
5. Prescriptions thermiques et électriques	142
5.1 Echauffements	142
5.2 Courant de fuite à la terre	146
5.3 Rigidité diélectrique	152
5.4 Fonctionnement anormal et conditions de défaut	156
ANNEXE A — Essai de résistance à la chaleur et au feu	168
A1. Essai d'inflammabilité pour les enveloppes contre le feu des matériels mobiles de masse totale supérieure à 18 kg et des matériels fixes	168
A2. Essai d'inflammabilité pour les enveloppes contre le feu des matériels mobiles de masse totale inférieure ou égale à 18 kg	170
A3. Essais par amorçage d'arc à courant élevé	172
A4. Essai d'inflammation au fil chaud	174
A5. Essai à l'huile chaude enflammée	176
A6. Essais d'inflammabilité pour classer les matériaux V-0, V-1 ou V-2	176
A7. Essais d'inflammabilité pour classer les matériaux cellulaires HF-1, HF-2 ou HBF	178
A8. Essai d'inflammabilité pour classer les matériaux HB	182
A9. Essai d'inflammabilité pour classer les matériaux 5V	184
ANNEXE B — Essais des moteurs dans les conditions anormales	190
B1. Prescriptions générales	190
B2. Conditions d'essais	190
B3. Températures maximales	190
B4. Essai de surcharge	194
B5. Essai de surcharge à rotor calé	194
B6. Essai de surcharge pour les moteurs à courant continu dans les circuits secondaires	196
B7. Essai de surcharge à rotor calé pour les moteurs à courant continu dans les circuits secondaires	196
B8. Essais des moteurs à condensateurs	198
B9. Essais des moteurs triphasés	198
B10. Essais des moteurs série	198

CONTENTS

	Page
FOREWORD	7
PREFACE	7
INTRODUCTION	11
Clause	
1. General	15
1.1 Scope	15
1.2 Definitions	17
1.3 General requirements	37
1.4 General conditions for tests	37
1.5 Components	41
1.6 Power interface	43
1.7 Marking and instructions	45
2. Fundamental design requirements	51
2.1 Protection against electric shock and energy hazards	51
2.2 Insulation	57
2.3 Safety extra-low voltage (SELV) circuits	61
2.4 Limited current circuits	65
2.5 Provisions for protective earthing	67
2.6 Primary power isolation	71
2.7 Overcurrent and earth fault protection in primary circuits	73
2.8 Safety interlocks	77
2.9 Creepage distances, clearances and distances through insulation	81
3. Wiring, connections and supply	97
3.1 Wiring	97
3.2 Connection to primary power	99
3.3 Wiring terminals for external primary power supply conductors	109
4. Physical requirements	115
4.1 Stability and mechanical hazards	115
4.2 Mechanical strength and stress relief	117
4.3 Construction details	121
4.4 Resistance to fire	131
5. Thermal and electrical requirements	143
5.1 Heating	143
5.2 Earth leakage current	147
5.3 Electric strength	153
5.4 Abnormal operating and fault conditions	157
APPENDIX A — Tests for resistance to heat and fire	169
A1. Flammability test for fire enclosures of movable equipment having a total mass exceeding 18 kg and of stationary equipment	169
A2. Flammability test for fire enclosures of movable equipment having a total mass not exceeding 18 kg	171
A3. High current arcing ignition test	171
A4. Hot wire ignition test	173
A5. Hot flaming oil test	175
A6. Flammability tests for classifying materials V-0, V-1 or V-2	177
A7. Flammability test for classifying foamed materials HF-1, HF-2 or HBF	179
A8. Flammability test for classifying materials HB	183
A9. Flammability test for classifying materials 5V	185
APPENDIX B — Motor tests under abnormal conditions	191
B1. General requirements	191
B2. Test conditions	191
B3. Maximum temperatures	191
B4. Running overload test	195
B5. Locked-rotor overload test	195
B6. Running overload test for d.c. motors in secondary circuits	197
B7. Locked-rotor overload test for d.c. motors in secondary circuits	197
B8. Test for motors with capacitors	199
B9. Test for three-phase motors	199
B10. Test for series motors	199

ANNEXE C — Transformateurs	200
C1. Essai de surcharge	200
C2. Transformateurs de sécurité	202
C3. Prescriptions concernant la rigidité diélectrique	204
ANNEXE D — Instrument de mesure pour l'essai du courant de fuite à la terre	212
ANNEXE E — Echauffement d'un enroulement	214
ANNEXE F — Mesure des lignes de fuite et des distances dans l'air	216
ANNEXE G — Courant de fuite à la terre pour les matériels destinés à être reliés directement à des schémas d'alimentation IT	226
ANNEXE H — Rayonnements ionisants	232
ANNEXE J — Guide pour la protection contre la pénétration de l'eau	234
ANNEXE K — Tableau des potentiels électrochimiques	238
ANNEXE L — Dispositifs de commande thermiques	240
ANNEXE M — Exemples de conditions de charge normale pour les machines de bureau électriques	244

TABLEAUX

I. Dispositifs de protection dans les matériels et sous-ensembles monophasés	74
II. Dispositifs de protection dans les matériels triphasés	76
III. Distances dans l'air minimales pour l'isolation dans les circuits primaires et entre circuits primaires et secondaires	82
IV. Distances dans l'air minimales dans les circuits secondaires	84
V. Lignes de fuite minimales	88
VI. Distances minimales d'isolation pour les cartes imprimées revêtues	90
VII. Dimensions des câbles et conduits pour un courant nominal ne dépassant pas 16 A	100
VIII. Dimensions des conducteurs de câbles d'alimentation	102
IX. Essais physiques sur les câbles d'alimentation	104
X. Plage des dimensions des conducteurs à introduire dans les bornes	110
XI. Dimensions des bornes pour les conducteurs d'alimentation primaire	112
XII. Dimensions et espacements des trous dans les fonds métalliques des enveloppes contre le feu	138
XIII. Limites d'échauffements — Première partie	144
Deuxième partie	146
XIV. Courant de fuite à la terre maximal	146
XV. Tensions d'essai pour les essais de rigidité diélectrique — Première partie	152
Deuxième partie	154
BI. Limites des températures admissibles pour les enroulements de moteurs (à l'exception de l'essai de surcharge)	192
BII. Limites des températures admissibles pour les essais en surcharge	192
CI. Limites des températures admissibles sur les enroulements des transformateurs	202
CII. Essais de rigidité diélectrique	206
GI. Courant de fuite à la terre maximal pour les matériels reliés à des schémas d'alimentation IT	226
JI. Extrait de la Publication 529 de la CEI	236

FIGURES

1. Essai de résistance à l'abrasion pour les couches de revêtement	92
2. Essai de choc utilisant la sphère	118
3. Exemples de coupes d'ouvertures empêchant un accès vertical	128
4. Exemples de volets en grille-écran	128
5. Construction avec plaque écran	138
6. Fond typique d'une enveloppe contre le feu pour les éléments constitutifs ou ensembles partiellement enfermés	140
7. Circuit d'essai pour le courant de fuite à la terre sur du matériel monophasé	148
8. Circuit d'essai pour le courant de fuite à la terre sur du matériel triphasé	150
9. (Remplacée par le tableau XV — Deuxième partie)	154
10. Doigt d'épreuve	164
11. Broche d'essai	166
12. Appareil pour l'essai à la bille	166
A1. Circuit pour les essais par amorçage d'arc à courant élevé	172
A2. Montage pour l'essai d'inflammation au fil chaud	174
A3. Dispositif pour l'essai d'inflammabilité pour classer les matériaux HB	182
A4. Essai d'inflammation verticale pour classer les matériaux 5V	188
C1. Nature de l'isolation dans les transformateurs	210
D1. Appareil de mesure pour l'essai de courant de fuite à la terre	212
F1 à F13 Mesure des lignes de fuite et distances dans l'air	216 à 224
G1. Circuit d'essai pour le courant de fuite à la terre sur du matériel monophasé destiné à être relié à un schéma d'alimentation IT	228
G2. Circuit d'essai pour le courant de fuite à la terre sur du matériel triphasé destiné à être relié à un schéma d'alimentation IT	230

APPENDIX C — Transformers	201
C1. Overload test	201
C2. Safety isolating transformers	203
C3. Electric strength requirements	205
APPENDIX D — Measuring instrument for earth leakage current test	213
APPENDIX E — Temperature rise of a winding	215
APPENDIX F — Measurement of creepage distances and clearances	217
APPENDIX G — Earth leakage current for equipment intended to be connected directly to IT power systems	227
APPENDIX H — Ionizing radiation	233
APPENDIX J — Guidance on protection against ingress of water	235
APPENDIX K — Table of electrochemical potentials	239
APPENDIX L — Thermal controls	241
APPENDIX M — Examples of normal load conditions for electrical business machines	245

TABLES

I. Protective devices in single-phase equipment or sub-assemblies	75
II. Protective devices in three-phase equipment	77
III. Minimum clearances for insulation in primary circuits and between primary and secondary circuits	83
IV. Minimum clearances in secondary circuits	85
V. Minimum creepage distances	89
VI. Minimum separation distances for coated printed boards	91
VII. Sizes of cables and conduits, rated current up to 16 A	101
VIII. Sizes of conductors in power supply cords	103
IX. Physical tests on power supply cords	105
X. Range of conductor sizes to be accepted by terminals	111
XI. Sizes of terminals for primary power supply conductors	113
XII. Size and spacing of holes in metal bottoms of fire enclosures	139
XIII. Temperature-rise limits — Part 1	145
Part 2	147
XIV. Maximum earth leakage current	147
XV. Test voltage for electric strength tests — Part 1	153
Part 2	155
BI. Permissible temperature limits for motor windings (except for running overload test)	193
BII. Permissible temperature limits for running overload tests	193
CI. Permissible temperature limits of transformer windings	203
CII. Electric strength tests	207
GI. Maximum earth leakage current for equipment connected to IT power systems	227
J1. Extract from IEC Publication 529	237

FIGURES

1. Abrasion resistance test for coating layers	93
2. Impact test using sphere	119
3. Examples of cross-sections of designs of openings preventing vertical access	129
4. Examples of louvre design	129
5. Baffle plate construction	138
6. Typical bottom of a fire enclosure for partially enclosed component or assembly	141
7. Test circuit for earth leakage current on single-phase equipment	149
8. Test circuit for earth leakage current on three-phase equipment	151
9. (Replaced by Table XV — Part 2)	155
10. Test finger	165
11. Test pin	167
12. Ball-pressure apparatus	167
A1. Circuit for high current arcing test	173
A2. Test fixture for hot wire ignition test	175
A3. Test arrangement for flammability test for classifying materials HB	183
A4. Vertical burning test for classifying materials 5V	189
C1. Grades of insulation in transformers	211
D1. Measuring instrument for earth leakage current test	213
F1 to F13 Measurement of creepage distances and clearances	217 to 225
G1. Test circuit for earth leakage current on single-phase equipment for connection to IT power systems	229
G2. Test circuit for earth leakage current on three-phase equipment for connection to IT power systems	231

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

SÉCURITÉ DES MATÉRIELS DE TRAITEMENT DE L'INFORMATION
Y COMPRIS LES MATÉRIELS DE BUREAU ÉLECTRIQUES

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.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants.

Règle des Six Mois	Rapports de vote
74(BC)64 74(BC)65	74(BC)67 74(BC)68

Pour de plus amples renseignements, consulter les rapports de vote correspondants, mentionnés dans le tableau ci-dessus.

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.

Les publications suivantes de la CEI sont citées dans la présente norme :

- | | |
|--------------------|---|
| Publications n°s : | 65 (1985) : Règles de sécurité pour les appareils électroniques et appareils associés à usage domestique ou à usage général analogue, reliés à un réseau.
83 (1975) : Prises de courant pour usage domestique et usage général similaire. Normes.
85 (1984) : Evaluation et classification thermiques de l'isolation électrique.
112 (1979) : Méthode pour déterminer les indices de résistance et de tenue au cheminement des matériaux isolants solides dans des 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.
309 : Prises de courant pour usages industriels.
320 (1981) : Connecteurs pour usages domestiques et usages généraux analogues.
328 (1972) : Interrupteurs et commutateurs pour appareils.
364 : Installations électriques des bâtiments.
364-7-707 (1984) : Section 707 : Mise à la terre des installations de matériel de traitement de l'information. |
|--------------------|---|

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

SAFETY OF INFORMATION TECHNOLOGY EQUIPMENT INCLUDING
ELECTRICAL BUSINESS 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.

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

Six Months' Rule	Reports on Voting
74(CO)64 74(CO)65	74(CO)67 74(CO)68

Further information can be found in the relevant Reports on Voting indicated in the table above.

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.

The following IEC publications are quoted in this standard:

Publications Nos.	65 (1985):	Safety Requirements for Mains Operated Electronic and Related Apparatus for Household and Similar General Use.
	83 (1975):	Plugs and Socket-outlets for Domestic and Similar General Use. Standards.
	85 (1984):	Thermal Evaluation and Classification of Electrical Insulation.
	112 (1979):	Method for Determining the Comparative and the Proof Tracking Indices of Solid Insulating Material 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.
	309:	Plugs, Socket-outlets and Couplers for Industrial Purposes.
	320 (1981):	Appliance Couplers for Household and Similar General Purposes.
	328 (1972):	Switches for Appliances.
	364:	Electrical Installations of Buildings.
	364-7-707 (1984):	Section 707: Earthing Requirements for the Installation of Data Processing Equipment.

- 417 (1973): Symboles graphiques utilisables sur le matériel. Index, relevé et compilation des feuilles individuelles.
- 529 (1976): Classification des degrés de protection procurés par les enveloppes.
- 540 (1982): Méthodes d'essais pour les enveloppes isolantes et les gaines des câbles électriques rigides et souples (mélanges élastomères et thermoplastiques).
- 664 (1980): Coordination de l'isolement dans les systèmes (réseaux) à basse tension y compris les distances d'isolement dans l'air et les lignes de fuite des matériels.
- 664A (1981): Premier complément.
- 695-2-2 (1980): Essais relatifs aux risques de feu, Deuxième partie: Méthodes d'essai. Essai au brûleur-aiguille.
- 707 (1981): Méthodes d'essai pour évaluer l'inflammabilité des matériaux isolants électriques solides soumis à une source d'allumage.

Autres publications citées :

- Norme ISO 216 (1975): Papier d'écriture et certaines catégories d'imprimés - Formats finis - Séries A et B.
- Norme ISO 261 (1973): Filetages métriques ISO pour usages généraux - Vue d'ensemble.
- Norme ISO 262 (1973): Filetages métriques ISO pour usages généraux - Sélection de dimensions pour la boulonnerie.
- Norme ISO 4046 (1978): Papier, carton, pâtes et termes connexes - Vocabulaire.
- Norme ISO 7000 (1984): Symboles graphiques utilisables sur le matériel - Index et tableau synoptiques.
- Norme ISO 7001 (1980): Symboles destinés à l'information du public.

- 417 (1973): Graphical Symbols for Use on Equipment. Index, Survey and Compilation of the Single Sheets.
- 529 (1976): Classification of Degrees of Protection Provided by Enclosures.
- 540 (1982): Test Methods for Insulations and Sheaths of Electric Cables and Cords (Elastomeric and Thermoplastic Compounds).
- 664 (1980): Insulated Co-ordination within Low-voltage Systems including Clearances and Creepage Distances for Equipment.
- 664A (1981): First Supplement.
- 695-2-2 (1980): Fire Hazard Testing, Part 2: Test Methods. Needle-flame Test.
- 707 (1981): Methods of Test for the Determination of the Flammability of Solid Electrical Insulating Materials when Exposed to an Igniting Source.

Other publications quoted:

- ISO Standard 216 (1975): Writing Paper and Certain Classes of Printed Matter - Trimmed Sizes - A and B Series.
- ISO Standard 261 (1973): ISO General Purpose Metric Screw Threads - General Plan.
- ISO Standard 262 (1973): ISO General Purpose Metric Screw Threads - Selected Sizes for Screws, Bolts and Nuts.
- ISO Standard 4046 (1978): Paper, Board, Pulp and Related Terms - Vocabulary.
- ISO Standard 7000 (1984): Graphical Symbols for Use on Equipment - Index and Synopsis.
- ISO Standard 7001 (1980): Public Information Symbols.

INTRODUCTION

PRINCIPES DE SÉCURITÉ

Principes généraux

Il est essentiel que les concepteurs comprennent 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

L'application de la présente norme a pour but de prévenir les accidents ou dommages dus aux dangers suivants:

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

Un choc électrique est dû au passage d'un courant à travers le corps humain. Des courants de l'ordre du 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 60 V 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 toute personne autre que le personnel assurant l'entretien et les prescriptions pour sa protection supposent que l'opérateur ne pense pas aux dangers électriques mais n'agit pas intentionnellement dans le but de créer un danger. 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'étiquettes d'avertissement, d'écrans de protection pour les bornes sous tension dangereuse, par une séparation des circuits à très basse tension de sécurité et des tensions dangereuses, etc. De plus, le personnel assurant l'entretien doit être protégé contre les dangers imprévus.

Il est normal de fournir deux niveaux de protection pour les opérateurs afin de prévenir un choc électrique provoqué par un défaut. Ainsi un défaut unique et les défauts 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 tension dangereuse.

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 tension dangereuse et des circuits à 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 par des couvercles fixés ou verrouillés, etc. Décharger les condensateurs sous tensions dangereuses.

Soit relier à la terre les parties conductrices accessibles de façon que la tension pouvant apparaître reste limitée à une valeur sûre et que la protection de surintensité du circuit déconnecte les parties présentant des défauts à basse impédance; soit une utilisation double ou 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 à 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 à très basse tension de sécurité s'ils peuvent éventuellement transporter des courants de défaut.

INTRODUCTION

PRINCIPLES OF SAFETY

General principles

It is essential that designers 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

Application of this standard is intended to prevent injury or damage due to the following hazards:

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

Electric shock is due to current passing through the human 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 60 V 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 information technology equipment, operators and service personnel.

"Operator" is the term applied to all other than service personnel, and requirements for protection assume that the operator is oblivious to electrical hazards, but does not act intentionally in the sense of creating a hazard. 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 against mishap by use of warning labels, shields for hazardous voltage terminals, segregation of safety extra-low voltage circuits from hazardous voltages, etc. More important, service personnel should be protected against unexpected hazards.

It is normal to provide two levels of protection for operators to prevent electric shock caused by a fault. Thus a single fault and its resulting faults 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 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 units were dropped.

Electric shock: Causes and prevention

Cause:

Contact with parts normally at hazardous voltage.

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 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 over-current protection will disconnect the parts having low impedance faults; or use double or reinforced insulation between parts normally at hazardous voltages and accessible conductive parts, so that breakdown 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.

Il convient que l'isolation des parties sous tension dangereuse qui est accessible à l'opérateur, présente 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 circuits primaires et châssis.)

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

Danger de transfert d'énergie

Un court-circuit entre des pôles adjacents de sources d'énergie à courant élevé ou de circuits à haute capacité peut causer des brûlures par formation d'arcs ou émission de métal fondu. Même les circuits à basse tension peuvent être dangereux à ce point de vue. Protéger par séparation, mise en place d'écrans ou utilisation de verrouillages de sécurité.

Incendie

Les températures susceptibles de provoquer un risque d'incendie peuvent résulter de surcharges, d'une défaillance d'un élément constituant, 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.

Ces objectifs de conception peuvent être obtenus en :

- prenant toutes les mesures raisonnables pour éviter une température élevée susceptible de provoquer l'inflammation;
- contrôlant la position des matériaux combustibles par rapport aux sources possibles d'inflammation;
- limitant la quantité de matériaux combustibles utilisés;
- veillant à ce que si des matériaux combustibles sont utilisés, ils soient aussi peu inflammables que possible;
- utilisant, s'il le faut, une enveloppe ou des barrières pour limiter la propagation du feu à l'intérieur du matériel;
- 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 structuellement solide, pour éviter la présence de bords tranchants et pointus et pour assurer une protection appropriée ou un verrouillage des parties mobiles dangereuses.

Dangers de rayonnements

Si le matériel émet des rayonnements, des prescriptions sont nécessaires pour maintenir à des niveaux acceptables l'exposition de l'opérateur et celle du personnel assurant l'entretien.

Les types de rayonnements que l'on peut rencontrer sont les fréquences acoustiques, les fréquences radio, les infrarouges, les lumières de haute intensité visibles et cohérentes, les ultraviolets, les rayonnements ionisants, etc.

Dangers chimiques

Il y a risque de blessures et de dégâts par contact avec les substances chimiques dangereuses, leurs vapeurs ou leurs fumées. Des dispositifs de commande comprenant des étiquettes d'avertissement appropriées sont exigées afin de limiter autant que possible de tels contacts dans les conditions normales et anormales.

Matériaux

Il y a lieu de choisir et de disposer les matériaux utilisés dans la construction des matériels de façon qu'on puisse espérer qu'ils assureront leur fonction de manière sûre sans risque de danger de transfert d'énergie ou de choc électrique, et qu'ils ne contribueront pas de façon significative à la propagation d'un danger d'incendie sérieux.

Breakdown of insulation guarding parts at hazardous voltage.

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 primary power circuits and frame.)

For parts at hazardous voltage insulation which is accessible to the operator should have adequate mechanical and electrical strength to eliminate this danger.

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 arcing or ejection of molten metal resulting in burns. 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 risk may result from overloads, component failure, insulation breakdown, high resistance or loose connections. However, fires originating within the equipment should not spread beyond the immediate vicinity of the source of the fire, nor cause damage to the surroundings of the equipment.

These design objectives should be met by:

- taking all reasonable steps to avoid high temperature which might cause ignition,
- controlling the position of combustible materials in relation to possible ignition sources,
- limiting the quantity of combustible materials used,
- ensuring that if combustible materials are used they have the lowest flammability practicable,
- using enclosures or barriers, if necessary, to limit the spread of fire within the equipment,
- using suitable materials for the outer enclosures of the equipment.

Mechanical and heat hazards

Requirements are included to prevent injury due to high temperatures 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 or interlocking of dangerous moving parts.

Radiation hazards

If equipment emits some forms of radiation, requirements are necessary to keep operator and service personnel exposures to acceptable levels.

The types of radiation that can be encountered are sonic, radio frequency, infra-red, high intensity visible and coherent light, ultraviolet and ionizing, etc.

Chemical hazards

Hazardous chemicals cause injuries and damage through contact with them, their vapours and fumes. Controls including appropriate warning labels are required to limit such contact, as far as practicable, under normal and abnormal conditions.

Materials

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

SÉCURITÉ DES MATÉRIELS DE TRAITEMENT DE L'INFORMATION Y COMPRIS LES MATÉRIELS DE BUREAU ÉLECTRIQUES

1. Généralités

1.1 *Domaine d'application*

- 1.1.1 La présente norme est applicable aux matériels de traitement de l'information, y compris les matériels de bureau électriques et les matériels associés, de tension nominale maximale égale à 600 V.

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, qu'il consiste en un système d'unités interconnectées ou d'unités indépendantes, sous réserve que le matériel soit installé, utilisé et entretenu de la manière prescrite par le constructeur.

Pour les équipements destinés à être utilisés sur des véhicules, à bord de navires ou d'avions, dans les pays tropicaux ou à des altitudes supérieures à 2000 m, d'autres prescriptions peuvent être nécessaires.

Pour les matériels sujets à des surtensions transitoires dépassant celles de la catégorie d'Installation II suivant la Publication 664 de la CEI: 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, il peut être nécessaire de prendre des mesures de protection supplémentaires dans le réseau d'alimentation du matériel.

Pour des matériels destinés à être utilisés dans des endroits où la pénétration de l'eau est possible, les prescriptions complémentaires peuvent être nécessaires; pour connaître ces prescriptions et les essais applicables se reporter à l'annexe J.

Comme exemples de matériels faisant partie du domaine d'application de la présente norme, on peut citer:

- Les matériels de traitement de données et de traitement de texte, les ordinateurs personnels, les écrans visuels, les matériels de préparation des données, les matériels terminaux de communication des données, les machines à écrire, les calculatrices, les machines comptables, les caisses enregistreuses, les lecteurs et perforateurs de bandes de papier, les agrafeuses, les duplicateurs, les machines à copier, les effaceuses, des taille-crayons, les machines à traiter le courrier, les machines à détruire les documents, les dérouleuses de bandes magnétiques, les classeurs à moteurs, les appareils à dicter, le matériel micrographique, le matériel de traitement de l'argent, les machines à dessiner (par points) alimentées par l'énergie électrique, les machines à papier (perforatrices, massicots, trieuses), les taqueuses, les machines à timbrer et téléimprimeurs.

Cette liste n'est pas exhaustive et les matériels qui ne sont pas cités ne sont pas nécessairement exclus du domaine d'application.

Les matériels satisfaisant aux prescriptions appropriées de la présente norme sont considérés comme pouvant être utilisés avec des matériels de commande de processus, les matériels d'essais automatiques et les systèmes analogues nécessitant des facilités de traitement de l'information. La présente norme ne comprend pas les prescriptions concernant l'aptitude à la fonction ou les caractéristiques de fonctionnement du matériel.

Il convient de noter que les administrations des télécommunications de certains pays peuvent imposer des prescriptions supplémentaires aux matériels de traitement de l'information destinés à être reliés à leurs réseaux. Ces prescriptions concernent généralement la protection des réseaux aussi bien que celle des utilisateurs des matériels. Il est supposé que la protection adéquate contre les impulsions transitoires a été prévue par les autorités.

Il convient également de noter que les autorités de certains pays imposent des règles supplémentaires.

- 1.1.2 Des prescriptions complémentaires à celles qui sont spécifiées dans la présente norme peuvent être nécessaires:

- aux matériels destinés à fonctionner sous exposition, par exemple, à des températures extrêmes, à des poussières, à de l'humidité ou à des vibrations excessives, à des gaz inflammables ou dans des atmosphères corrosives ou explosives;
- aux applications électromédicales avec contact physique avec le patient.

SAFETY OF INFORMATION TECHNOLOGY EQUIPMENT INCLUDING ELECTRICAL BUSINESS EQUIPMENT

1. General

1.1 Scope

1.1.1 This standard is applicable to information technology equipment, including electrical business equipment and associated equipment, with a rated voltage not exceeding 600 V.

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, for service personnel.

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

For equipment intended to be used in vehicles, on board ships or aircraft, in tropical countries, or at elevations greater than 2000 m, other requirements may be necessary.

For equipment subject to transient overvoltages exceeding those for Installation Category II according to IEC Publication 664: Insulation Co-ordination within Low-voltage Systems including Clearances and Creepage Distances for Equipment, additional protection might be necessary in the mains supply to the equipment.

For equipment intended for use where ingress of water is possible, additional requirements may be necessary; for guidance on such requirements, and on relevant testing, see Appendix J.

Examples of equipment which is within the scope of this standard are:

- Data and text processing equipment, personal computers, visual display units, data preparation equipment, data terminal equipment, data circuit terminating equipment, typewriters, calculators, accounting and book-keeping machines, cash registers, point of sale terminals, paper tape readers and punchers, staplers, duplicators, copying machines, erasers, pencil sharpeners, mail processing machines, document shredding machines, magnetic tape handlers, motor-operated files, dictation equipment, micrographic office equipment, monetary processing machines, electrically operated drawing machines (plotters), paper trimmers (punchers, cutting machines, separators), paper jogging machines, postage machines and teleprinters.

This list is not intended to be comprehensive, and equipment that is not listed is not necessarily excluded from the scope.

Equipment complying with the relevant requirements in this standard is considered suitable for use with process control equipment, automatic test equipment and similar systems requiring information processing facilities. This standard does not include requirements for performance or functional characteristics of the equipment.

Attention is drawn to the fact that the telecommunications authorities of some countries may impose additional requirements on information technology equipment which is to be connected to their networks. Those requirements generally concern the protection of the networks as well as the users of the equipment. It is assumed that adequate transient surge protection has been provided by the authorities.

Attention is also drawn to the fact that authorities of some countries impose additional requirements.

1.1.2 Requirements additional to those specified in this standard may be necessary for:

- equipment intended for operation while exposed, for example, to extremes of temperature; to excessive dust, moisture, or vibration; to flammable gases; to corrosive or explosive atmospheres.
- electromedical applications with physical connections to the patient.

1.1.3 La présente norme ne s'applique pas :

- au matériel annexe tel que conditionnement d'air, systèmes de détection ou d'extinction d'incendie, aux systèmes d'alimentation en énergie, tels que les groupes convertisseurs et transformateurs, qui ne font pas partie du matériel, à l'installation électrique des bâtiments ;
- aux duplicateurs, y compris les machines à reproduire par procédé lithographique offset, prévues à l'origine pour les formats supérieurs à A3, comme spécifié dans la Norme ISO 216.

1.2 Définitions

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

On doit prendre soin que les appareils de mesure donnent les valeurs efficaces vraies en présence d'ondes non-sinu-soidales.

Définitions par ordre alphabétique

Câble souple d'alimentation fixé à demeure	1.2.5.3
Câble souple d'alimentation non fixé à demeure	1.2.5.4
Charge normale	1.2.2.1
Circuit à limitation de courant	1.2.8.6
Circuit à très basse tension de sécurité (TBTS)	1.2.8.5
Circuit primaire	1.2.8.1
Circuit secondaire	1.2.8.2
Classification des matériaux vis-à-vis de l'inflammabilité	1.2.13.1
Coupe-circuit thermique	1.2.11.4
Coupe-circuit thermique à réencenchement automatique	1.2.11.5
Coupe-circuit thermique à réencenchement manuel	1.2.11.6
Courant de cheminement	1.2.9.7
Courant nominal	1.2.1.3
Distance dans l'air	1.2.10.2
Durée nominale de fonctionnement	1.2.2.2
Double isolation	1.2.9.4
Enveloppe	1.2.6.1
Enveloppe contre le feu	1.2.6.2
Enveloppe électrique	1.2.6.4
Enveloppe mécanique	1.2.6.3
Essai de type	1.2.14.1
Fréquence nominale	1.2.1.4
Isolation fonctionnelle	1.2.9.1
Isolation principale	1.2.9.2
Isolation renforcée	1.2.9.5
Isolation supplémentaire	1.2.9.3
Ligne de fuite	1.2.10.1
Limite basse inflammable	1.2.13.10
Limiteur de température	1.2.11.3
Masse	1.2.7.4
Matériel à encastrer	1.2.3.5
Matériel de la classe I	1.2.4.1
Matériel de la classe II	1.2.4.2
Matériel de la classe III	1.2.4.3
Matériel du type A raccordé par prise de courant	1.2.5.1
Matériel du type B raccordé par prise de courant	1.2.5.2
Matériel fixe	1.2.3.3
Matériel installé à poste fixe	1.2.3.4
Matériel mobile	1.2.3.1
Matériel portatif (à main)	1.2.3.2
Matériel relié à demeure	1.2.5.3
Matériau de classe 5V	1.2.13.5
Matériau de classe HB	1.2.13.8
Matériau de classe V-0	1.2.13.2
Matériau de classe V-1	1.2.13.3
Matériau de classe V-2	1.2.13.4
Matériau plastique cellulaire de classe HBF	1.2.13.9
Matériau plastique cellulaire de classe HF-1	1.2.13.6
Matériau plastique cellulaire de classe HF-2	1.2.13.7
Niveau d'énergie dangereux	1.2.8.7
Outil	1.2.7.3
Partie décorative	1.2.6.5

1.1.3 This standard does not apply to :

- support equipment, such as air conditioning, fire detection or fire extinguishing systems ; power supply systems, such as motor-generator sets and transformers which are not an integral part of the equipment ; building branch wiring.
- duplicating machines, including offset lithographic machines, which are intended primarily for sizes larger than A3 as specified in ISO Standard 216.

1.2 Definitions

For the purpose of this standard the following definitions apply. Where the terms “voltage” and “current” are used, they imply the r.m.s. values, unless otherwise specified.

Care should be taken that measuring instruments give true r.m.s. reading in the presence of non-sinusoidal waveforms.

Definitions in alphabetical order of nouns

Area, operator access	1.2.7.1
Area, service access	1.2.7.2
Body	1.2.7.4
Circuit, limited current	1.2.8.6
Circuit, primary	1.2.8.1
Circuit, safety extra-low voltage (SELV)	1.2.8.5
Circuit, secondary	1.2.8.2
Classification, flammability, of materials	1.2.13.1
Clearance	1.2.10.2
Cord, detachable power supply	1.2.5.4
Cord, non-detachable power supply	1.2.5.5
Creepage distance	1.2.10.1
Current, rated	1.2.1.3
Cut-out, thermal	1.2.11.4
Cut-out, thermal, automatic reset	1.2.11.5
Cut-out, thermal, manual reset	1.2.11.6
Enclosure	1.2.6.1
Enclosure, electrical	1.2.6.4
Enclosure, fire	1.2.6.2
Enclosure, mechanical	1.2.6.3
Equipment, Class I	1.2.4.1
Equipment, Class II	1.2.4.2
Equipment, Class III	1.2.4.3
Equipment, fixed	1.2.3.4
Equipment, for building-in	1.2.3.5
Equipment, hand-held	1.2.3.2
Equipment, movable	1.2.3.1
Equipment, permanently connected	1.2.5.3
Equipment, pluggable, type A	1.2.5.1
Equipment, pluggable, type B	1.2.5.2
Equipment, stationary	1.2.3.3
Frequency, rated	1.2.1.4
Hazardous energy level	1.2.8.7
Insulation, basic	1.2.9.2
Insulation, double	1.2.9.4
Insulation, operational	1.2.9.1
Insulation, reinforced	1.2.9.5
Insulation, supplementary	1.2.9.3
Interlock, safety	1.2.7.5
Limit, lower flammable	1.2.13.10
Limiter, temperature	1.2.11.3
Load, normal	1.2.2.1
Material, HB class	1.2.13.8
Material, HBF class foamed	1.2.13.9
Material, HF-1 class foamed	1.2.13.6
Material, HF-2 class foamed	1.2.13.7
Material, V-0 class	1.2.13.2
Material, V-1 class	1.2.13.3
Material, V-2 class	1.2.13.4
Material, 5V class	1.2.13.5
Operation, continuous	1.2.2.3
Operation, intermittent	1.2.2.5

Plage nominale de fréquences	1.2.1.5
Plage nominale de tensions	1.2.1.2
Schéma d'alimentation IT	1.2.12.3
Schéma d'alimentation TN	1.2.12.1
Schéma d'alimentation TT	1.2.12.2
Service continu	1.2.2.3
Service intermittent	1.2.2.5
Service temporaire	1.2.2.4
Surface frontière	1.2.10.3
Tension continue	1.2.14.2
Tension dangereuse	1.2.8.3
Tension de service	1.2.9.6
Tension nominale	1.2.1.1
Thermostat	1.2.11.2
Transformateur de sécurité	1.2.11.1
Très basse tension (TBT)	1.2.8.4
Verrouillage de sécurité	1.2.7.5
Zone d'accès de l'opérateur	1.2.7.1
Zone d'accès pour l'entretien	1.2.7.2

1.2.1 Caractéristiques électriques des matériels

1.2.1.1 Tension nominale

Tension d'alimentation primaire (pour l'alimentation triphasée, tension entre phases) déclarée par le constructeur.

1.2.1.2 Plage nominale de tensions

Plage de tensions d'alimentation primaire déclarée par le constructeur, exprimée par les tensions nominales inférieure et supérieure.

1.2.1.3 Courant nominal

Courant absorbé par le matériel, déclaré par le constructeur.

1.2.1.4 Fréquence nominale

Fréquence d'alimentation primaire déclarée par le constructeur.

1.2.1.5 Plage nominale de fréquences

Plage de fréquences d'alimentation primaire déclarée par le constructeur, exprimée par les fréquences nominales inférieure et supérieure.

1.2.2 Conditions de fonctionnement

1.2.2.1 Charge normale

Mode de fonctionnement qui représente le plus fidèlement possible les conditions les plus sévères de fonctionnement normal conformément aux instructions de fonctionnement fournies par le constructeur. Toutefois, dans le cas où les conditions réelles d'emploi peuvent être à l'évidence plus sévères que les conditions de charge maximale recommandées par le constructeur, une charge représentative du maximum qui peut être appliqué, est utilisée.

Pour des exemples de conditions de charge normale pour les machines de bureau électriques, voir l'annexe M.

1.2.2.2 Durée nominale de fonctionnement

Durée de fonctionnement assignée au matériel par le constructeur.

1.2.2.3 Service continu

Fonctionnement sous la charge normale pendant une durée illimitée.

Operation, short time	1.2.2.4
Part, decorative	1.2.6.5
Range, rated frequency	1.2.1.5
Range, rated voltage	1.2.1.2
Surface, bounding	1.2.10.3
System, IT power	1.2.12.3
System, TN power	1.2.12.1
System, TT power	1.2.12.2
Test, type	1.2.14.1
Thermostat	1.2.11.2
Time, rated operating	1.2.2.2
Tool	1.2.7.3
Tracking	1.2.9.7
Transformer, safety isolating	1.2.11.1
Voltage, d.c.	1.2.14.2
Voltage, extra-low (ELV)	1.2.8.4
Voltage, hazardous	1.2.8.3
Voltage, rated	1.2.1.1
Voltage, working	1.2.9.6

1.2.1 Equipment electrical ratings

1.2.1.1 Rated voltage

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

1.2.1.2 Rated voltage range

The primary power voltage range as declared by the manufacturer, expressed by its lower and upper rated voltages.

1.2.1.3 Rated current

The input current of the equipment as declared by the manufacturer.

1.2.1.4 Rated frequency

The primary power frequency as declared by the manufacturer.

1.2.1.5 Rated frequency range

The primary power frequency range as declared by the manufacturer, expressed by its lower and upper rated frequencies.

1.2.2 Operating conditions

1.2.2.1 Normal load

The mode of operation which approximates as closely as possible the most severe conditions of normal use in accordance with the manufacturer's operating instructions. However, when the conditions of actual use can obviously be more severe than the maximum load conditions recommended by the manufacturer, a load is used that is representative of the maximum that can be applied.

For examples of normal load conditions for electrical business machines, see Appendix M.

1.2.2.2 Rated operating time

The operating time assigned to the equipment by the manufacturer.

1.2.2.3 Continuous operation

Operation under normal load for an unlimited period.

1.2.2.4 *Service temporaire*

Fonctionnement sous la charge normale pendant une période spécifiée, le démarrage se faisant à froid, les intervalles entre deux périodes de fonctionnement étant suffisants pour permettre au matériel de revenir à la température ambiante.

1.2.2.5 *Service intermittent*

Fonctionnement composé de cycles identiques spécifiés, chaque cycle comportant une période de fonctionnement sous la charge normale suivie d'une période de repos pendant laquelle le matériel est déconnecté ou fonctionne à vide.

1.2.3 **Mobilité des matériels**

1.2.3.1 *Matériel mobile*

Matériel qui est :

- soit de masse inférieure ou égale 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.

1.2.3.2 *Matériel portatif (à main)*

Matériel mobile prévu pour être tenu à la main en usage normal.

1.2.3.3 *Matériel fixe*

Matériel qui n'est pas un matériel mobile.

1.2.3.4 *Matériel installé à poste fixe*

Matériel fixe scellé ou fixé d'une autre manière à un endroit précis.

1.2.3.5 *Matériel à encastrer*

Matériel destiné à être installé dans un logement pratiqué par exemple dans une paroi ou dans des conditions analogues.

En général, le matériel à encastrer n'a pas d'enveloppe sur tous les côtés car certains d'entre eux seront protégés après l'installation.

1.2.4 **Classes de matériels – Protection contre les chocs électriques**

1.2.4.1 *Matériel de la classe I*

Matériel dans lequel la protection contre les chocs électriques est obtenue :

- a) au moyen d'une isolation principale, et aussi
- b) en fournissant un moyen de raccorder au conducteur de protection de l'installation du bâtiment, les parties conductrices qui sont autrement capables d'être portées à des tensions dangereuses en cas de défaillance de l'isolation principale.

Le matériel de la classe I peut avoir des parties à double isolation ou à isolation renforcée, ou des parties fonctionnant dans des circuits à très basse tension de sécurité.

Pour le matériel destiné à être utilisé avec un câble d'alimentation, ces moyens comprennent un conducteur de protection faisant partie du câble.

1.2.4.2 *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.

1.2.2.4 *Short-time operation*

Operation under normal load for a specified period, starting from cold, the intervals after each period of operation being sufficient to allow the equipment to cool down to room temperature.

1.2.2.5 *Intermittent operation*

Operation in a series of specified identical cycles each composed of a period of operation under normal load, followed by a rest period with the equipment switched off or running idle.

1.2.3 **Equipment mobility**

1.2.3.1 *Movable equipment*

Equipment which is either :

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

1.2.3.2 *Hand-held equipment*

Movable equipment intended to be held in the hand during normal use.

1.2.3.3 *Stationary equipment*

Equipment that is not movable equipment.

1.2.3.4 *Fixed equipment*

Stationary equipment which is fastened or otherwise secured at a specific location.

1.2.3.5 *Equipment for building-in*

Equipment intended to be installed in a prepared recess, such as in a wall, or similar situation.

In general, equipment for building-in does not have an enclosure on all sides, as some of the sides will be protected after installation.

1.2.4 **Classes of equipment — Protection against electric shock**

1.2.4.1 *Class I equipment*

Equipment where protection against electric shock is achieved by :

- a) using basic insulation, and also
- b) providing a means of connecting to the protective earthing conductor in the building wiring those conductive parts that are otherwise capable of assuming hazardous voltages if the basic insulation fails.

Class I equipment may have parts with double insulation or reinforced insulation, or parts operating in safety extra-low voltage circuits.

For equipment intended for use with a power supply cord, this provision includes a protective earthing conductor as part of the cord.

1.2.4.2 *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.

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

- un matériel ayant une enveloppe électrique 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 ;
- un matériel ayant une enveloppe électrique métallique pratiquement continue, dans laquelle la double isolation ou l'isolation renforcée est utilisée ; un tel matériel est appelé matériel de la classe II à enveloppe métallique.
- un matériel qui est une combinaison des deux types ci-dessus.

1.2.4.3 *Matériel de la classe III*

Matériel dans lequel la protection contre les chocs électriques repose sur l'alimentation à partir de circuits TBTS et dans lequel ne sont pas engendrées de tensions dangereuses.

1.2.5 **Raccordement au réseau**

1.2.5.1 *Matériel du type A raccordé par prise de courant*

Matériel destiné à être relié à l'installation électrique des bâtiments par une prise de courant non industrielle, un connecteur ou les deux.

1.2.5.2 *Matériel du type B raccordé par prise de courant*

Matériel destiné à être relié à l'installation électrique des bâtiments par une prise de courant industrielle.

Les prises de courant conformes à la Publication 309 de la CEI : Prises de courant pour usages industriels, ou à des normes nationales similaires sont considérées comme des prises de courant industrielles.

1.2.5.3 *Matériel relié à demeure*

Matériel destiné à être relié à l'installation électrique des bâtiments au moyen de bornes à vis.

Le raccordement peut être effectué soit au moyen des bornes situées dans l'équipement soit au moyen d'un câble souple d'alimentation fixé à demeure avec les bornes dans l'installation du bâtiment.

1.2.5.4 *Câble souple d'alimentation non fixé à demeure*

Câble souple d'alimentation destiné à être relié au matériel par un connecteur approprié.

1.2.5.5 *Câble souple d'alimentation fixé à demeure*

Câble souple d'alimentation fixé ou monté sur l'appareil.

Le câble peut être :

Ordinaire : Un câble souple qui peut être facilement remplacé sans préparation spéciale du câble ni l'aide d'outils spéciaux, ou

Spécial : Un câble souple qui est spécialement préparé ou qui ne peut être remplacé sans dommage pour le matériel ou dont le remplacement nécessite des outils spécialement conçus pour.

L'expression « spécialement préparé » comprend, par exemple, la présence d'un dispositif de garde faisant partie intégrante du câble, l'utilisation de cosses, la confection d'œillets, etc., mais non la remise en forme d'un conducteur avant son introduction dans une borne ni le retournage des brins d'une âme câblée pour consolider l'extrémité.

1.2.6 **Enveloppes**

1.2.6.1 *Enveloppe*

Partie du matériel assurant une ou plusieurs des fonctions décrites en 1.2.6.2, 1.2.6.3 ou 1.2.6.4.

Such equipment may be of one of the following types :

- equipment having a durable and substantially continuous electrical 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.
- equipment having a substantially continuous metallic electrical enclosure, in which double or reinforced insulation is used throughout ; such equipment is called metal-encased Class II equipment.
- equipment which is a combination of the above two types.

1.2.4.3 *Class III equipment*

Equipment in which protection against electric shock relies upon supply from SELV circuits and in which hazardous voltages are not generated.

1.2.5 **Connection to the supply**

1.2.5.1 *Pluggable equipment type A*

Equipment which is intended for connection to the building power supply wiring via non-industrial plugs and socket-outlets or via appliance couplers, or both.

1.2.5.2 *Pluggable equipment type B*

Equipment which is intended for connection to the building power supply wiring via industrial plugs and socket-outlets.

Industrial plugs and socket-outlets are those complying with IEC Publication 309: Plugs, Socket-outlets and Couplers for Industrial Purposes, or similar nationally approved standards.

1.2.5.3 *Permanently connected equipment*

Equipment which is intended for connection to the building power supply wiring by screw terminals.

This connection may be accomplished either by terminals in the equipment or via a non-detachable power supply cord with terminals in the building installation.

1.2.5.4 *Detachable power supply cord*

A flexible cord, for supply purposes, intended to be connected to the equipment by means of a suitable appliance coupler.

1.2.5.5 *Non-detachable power supply cord*

A flexible cord, for supply purposes, fixed to or assembled with the equipment.

Such cord may be:

Ordinary: A flexible cord which can be easily replaced without special preparation of the cord or special tools, or

Special: A flexible cord which is specially prepared, or requires the use of specially designed tools for replacement, or is such that it cannot be replaced without damage to the equipment.

The term "specially prepared" includes, for example, provision of an integral cord guard, the use of cable lugs, formation of eyelets etc., but not the re-shaping of the conductor before introduction into a terminal or the twisting of a stranded conductor to consolidate the end.

1.2.6 **Enclosures**

1.2.6.1 *Enclosure*

A part of the equipment providing one or more of the functions described in Sub-clauses 1.2.6.2, 1.2.6.3 or 1.2.6.4.

1.2.6.2 *Enveloppe contre le feu*

Partie d'un matériel destinée à minimiser l'extension du feu ou des flammes provenant de l'intérieur.

1.2.6.3 *Enveloppe mécanique*

Partie du matériel destinée à empêcher les blessures dues à des dangers mécaniques ou autres dangers physiques.

1.2.6.4 *Enveloppe électrique*

Partie du matériel destinée à empêcher tout contact avec des parties sous tensions dangereuses ou à des niveaux d'énergie dangereux.

1.2.6.5 *Partie décorative*

Partie du matériel, à l'extérieur de l'enveloppe, qui n'a pas de fonction de sécurité.

1.2.7 **Accès**

1.2.7.1 *Zone d'accès de l'opérateur*

Zone à laquelle, dans les conditions normales de fonctionnement,

- il est possible d'avoir accès sans l'aide d'un outil, ou
- le moyen d'accès est délibérément fourni à l'opérateur, ou
- l'opérateur a des instructions pour accéder, qu'il ait besoin ou non d'avoir un outil pour y accéder.

Dans la présente norme les termes « accès » et « accessible » sans qualificatif s'appliquent à la zone d'accès de l'opérateur telle qu'elle est définie ci-dessus.

1.2.7.2 *Zone d'accès pour l'entretien*

Zone, autre qu'une zone d'accès de l'opérateur, à laquelle il est nécessaire que le personnel assurant l'entretien ait accès pour des raisons de maintenance lorsque le matériel est sous tension.

1.2.7.3 *Outil*

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

1.2.7.4 *Masse*

La masse comprend toutes les parties conductrices accessibles, les axes des poignées, boutons, manettes et organes analogues et une feuille métallique en contact avec toutes les surfaces accessibles en matière isolante.

1.2.7.5 *Verrouillage de sécurité*

Moyen d'empêcher l'accès à une partie dangereuse jusqu'à suppression du danger, ou de supprimer automatiquement la condition dangereuse en cas d'accès.

1.2.8 **Caractéristiques des circuits**

1.2.8.1 *Circuit primaire*

Circuit interne qui est directement connecté au réseau d'alimentation extérieur ou à une autre source équivalente (tel qu'un groupe convertisseur) qui fournit l'énergie électrique. Il comprend les enroulements primaires des transformateurs, les moteurs, les autres dispositifs absorbant de l'énergie et les dispositifs de connexion au réseau d'alimentation.

1.2.6.2 *Fire enclosure*

A part of the equipment intended to minimize the spread of fire or flames from within.

1.2.6.3 *Mechanical enclosure*

A part of the equipment intended to prevent injury due to mechanical and other physical hazards.

1.2.6.4 *Electrical enclosure*

A part of the equipment intended to prevent contact with parts at hazardous voltage or hazardous energy levels.

1.2.6.5 *Decorative part*

A part of the equipment, outside the enclosure, which has no safety function.

1.2.7 *Accessibility*

1.2.7.1 *Operator access area*

An area to which, under normal operating conditions, either :

- access can be gained without the use of a tool, or
- the means of access is deliberately provided to the operator, or
- the operator is instructed to enter regardless of whether or not tools are needed to gain access.

In this standard the terms “access” and “accessible”, unless qualified, relate to operator access as defined above.

1.2.7.2 *Service access area*

An area, other than an operator access area, where it is necessary for service personnel to have access for maintenance purposes even with the equipment switched on.

1.2.7.3 *Tool*

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

1.2.7.4 *Body*

All accessible conductive parts, shafts of handles, knobs, grips and the like, and metal foil in contact with all accessible surfaces of insulating material.

1.2.7.5 *Safety interlock*

A means either of preventing access to a hazardous area until the hazard is removed, or of automatically removing the hazardous condition when access is gained.

1.2.8 *Circuit characteristics*

1.2.8.1 *Primary circuit*

An internal circuit which is directly connected to the external supply mains or other equivalent source (such as a motor-generator set) which supplies the electric power. It includes the primary windings of transformers, motors, other loading devices and the means of connection to the supply mains.

1.2.8.2 *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.

1.2.8.3 *Tension dangereuse*

Tension supérieure à 42,4 V valeur de crête ou 60 V tension continue, présente dans un circuit non conforme aux prescriptions relatives aux circuits à limitation de courant.

1.2.8.4 *Très basse tension (TBT)*

Tension entre conducteurs ou entre conducteur et terre ne dépassant pas 42,4 V valeur de crête, ou 60 V tension continue, présente dans un circuit secondaire qui est séparé des tensions dangereuses par au moins une isolation principale mais qui n'est pas conforme aux prescriptions relatives aux circuits TBTS ou aux circuits à limitation de courant.

1.2.8.5 *Circuit à 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, 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 soit 42,4 V valeur de crête, soit 60 V 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.

1.2.8.6 *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.

Les valeurs limites sont spécifiées au paragraphe 2.4.

1.2.8.7 *Niveau d'énergie dangereux*

Niveau d'énergie supérieur ou égal à 20 J ou niveau de puissance permanente disponible supérieur ou égal à 240 VA à un potentiel supérieur ou égal à 2 V.

1.2.9 **Isolation**

1.2.9.1 *Isolation fonctionnelle*

Isolation nécessaire au fonctionnement correct du matériel.

L'isolation fonctionnelle, par définition, ne protège pas contre les chocs électriques. Elle peut cependant servir à minimiser l'exposition à l'inflammation ou au feu.

1.2.9.2 *Isolation principale*

Isolation pour assurer la protection principale contre les chocs électriques.

1.2.9.3 *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.

1.2.8.2 *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.

1.2.8.3 *Hazardous voltage*

A voltage exceeding 42.4 V peak, or 60 V d.c., existing in a circuit which does not meet the requirements for a limited current circuit.

1.2.8.4 *Extra-low voltage (ELV)*

A voltage between conductors or between a conductor and earth not exceeding 42.4 V peak, or 60 V d.c., existing in a secondary circuit which is separated from hazardous voltage by at least basic insulation, but which does not meet the requirements for a SELV circuit nor those for a limited current circuit.

1.2.8.5 *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 accessible parts, one of which may be the body or earth, does not exceed a safe value.

Under normal conditions this limit is either 42.4 V peak, or 60 V d.c. Under fault conditions higher limits are specified in this standard for transient deviation.

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

1.2.8.6 *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.

The limiting values are specified in Sub-clause 2.4.

1.2.8.7 *Hazardous energy level*

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.

1.2.9 **Insulation**

1.2.9.1 *Operational insulation*

Insulation needed for the correct operation of the equipment.

Operational insulation by definition does not protect against electric shock. It may however serve to minimize exposure to ignition and fire.

1.2.9.2 *Basic insulation*

Insulation to provide basic protection against electric shock.

1.2.9.3 *Supplementary insulation*

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.

1.2.9.4 *Double isolation*

Isolation comprenant à la fois une isolation principale et une isolation supplémentaire.

1.2.9.5 *Isolation renforcée*

Système d'isolation unique qui procure dans les conditions spécifiées dans la présente norme, un degré de protection contre les chocs électriques équivalant à une double isolation.

L'expression «système d'isolation» n'implique pas que l'isolation doit être homogène. Elle peut comprendre plusieurs couches qui ne peuvent pas être essayées séparément comme isolation principale ou comme isolation supplémentaire.

1.2.9.6 *Tension de service*

Tension maximale à laquelle est, ou peut être, soumise l'isolation considérée lorsque le matériel est alimenté sous sa tension nominale dans les conditions d'utilisation normale (voir paragraphe 2.2.7).

1.2.9.7 *Courant de cheminement*

Formation progressive de chemins conducteurs sur la surface d'un matériau isolant solide, par suite des effets combinés des contraintes électriques et de la contamination électrolytique sur cette surface.

1.2.10 *Lignes de fuite et distances dans l'air*

1.2.10.1 *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.

1.2.10.2 *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.

1.2.10.3 *Surface frontière*

Surface externe de l'enveloppe électrique considérée comme si une feuille de métal était appliquée sur les surfaces accessibles en matière isolante.

1.2.11 *Éléments constitutifs*

1.2.11.1 *Transformateur de sécurité*

Transformateur dont les enroulements alimentant des circuits TBTS sont isolés des autres enroulements de telle façon qu'un claquage de l'isolation ou bien est improbable, ou bien ne provoque pas une condition dangereuse dans les enroulements TBTS.

1.2.11.2 *Thermostat*

Dispositif de commande thermosensible à action cyclique destiné à maintenir une température entre deux valeurs particulières dans les conditions normales de fonctionnement et qui peut être prévu pour être réglé par l'opérateur.

1.2.11.3 *Limiteur de température*

Dispositif de commande thermosensible destiné à maintenir une température en dessous ou au-dessus d'une valeur particulière dans les conditions de fonctionnement normal et qui peut être prévu pour être réglé par l'utilisateur.

1.2.9.4 *Double insulation*

Insulation comprising both basic insulation and supplementary insulation.

1.2.9.5 *Reinforced insulation*

A single insulation system 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 has to be in one homogeneous piece. It may comprise several layers which cannot be tested as supplementary or basic insulation.

1.2.9.6 *Working voltage*

The highest voltage to which the insulation under consideration is, or can be, subjected when the equipment is operating at its rated voltage under conditions of normal use (see Sub-clause 2.2.7).

1.2.9.7 *Tracking*

The progressive formation of conducting paths on the surface of a solid insulating material due to the combined effects of electric stress and electrolytic contamination on this surface.

1.2.10 *Creepage distances and clearances*

1.2.10.1 *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.

1.2.10.2 *Clearance*

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

1.2.10.3 *Bounding surface*

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

1.2.11 *Components*

1.2.11.1 *Safety isolating transformer*

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.

1.2.11.2 *Thermostat*

A cycling temperature-sensing control, which is intended to keep a temperature between two particular values under normal operating conditions and which may have provision for setting by the operator.

1.2.11.3 *Temperature limiter*

A temperature-sensing control which is intended to keep a temperature below or above one particular value during normal operating conditions and which may have provision for setting by the operator.

Un limiteur de température peut être à réenclenchement automatique ou à réenclenchement manuel. Il n'effectue pas l'opération inverse lors du cycle normal du matériel.

Une révision de cette définition est à l'étude.

1.2.11.4 Coupe-circuit thermique

Dispositif thermosensible destiné à fonctionner dans les conditions de fonctionnement anormal et dont le réglage ne peut être effectué par l'opérateur.

Un coupe-circuit thermique peut être à réenclenchement automatique ou à réenclenchement manuel.

1.2.11.5 Coupe-circuit thermique à réenclenchement automatique

Coupe-circuit thermique qui rétablit automatiquement le courant après que la partie correspondante de l'équipement s'est suffisamment refroidie.

1.2.11.6 Coupe-circuit thermique à réenclenchement manuel

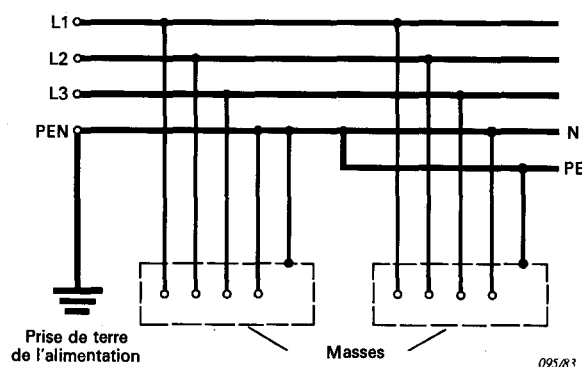
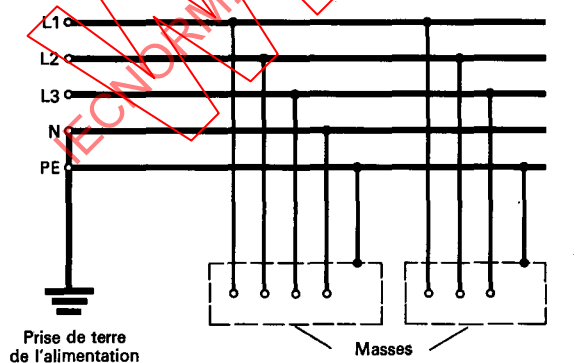
Coupe-circuit thermique qui nécessite un réenclenchement manuel, ou le remplacement d'un élément, pour le rétablissement du courant.

1.2.12 Schémas d'alimentation

1.2.12.1 Schémas d'alimentation TN

Schémas 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 :

- Schémas 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.



A temperature limiter may be of the automatic or of the manual reset type. It does not make the reverse operation during the normal duty cycle of the equipment.

A revision of this definition is under consideration.

1.2.11.4 *Thermal cut-out*

A temperature-sensing control intended to operate under abnormal operating conditions and which has no provision for the operator to change the temperature setting.

A thermal cut-out may be of the automatic reset or of the manual reset type.

1.2.11.5 *Thermal cut-out, automatic reset*

A thermal cut-out which automatically restores the current after the relevant part of the equipment has cooled down sufficiently.

1.2.11.6 *Thermal cut-out, manual reset*

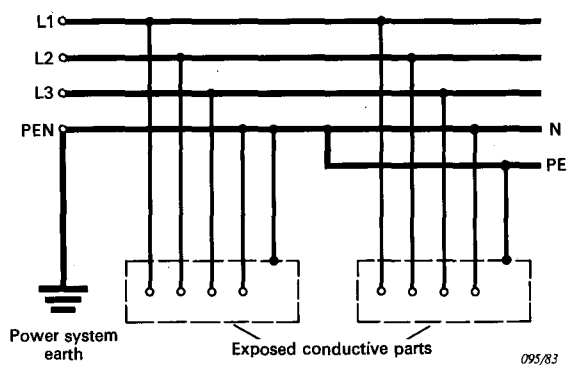
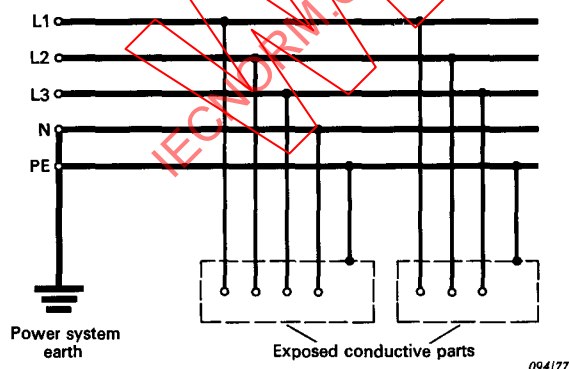
A thermal cut-out which requires resetting by hand, or replacement of a part, in order to restore the current.

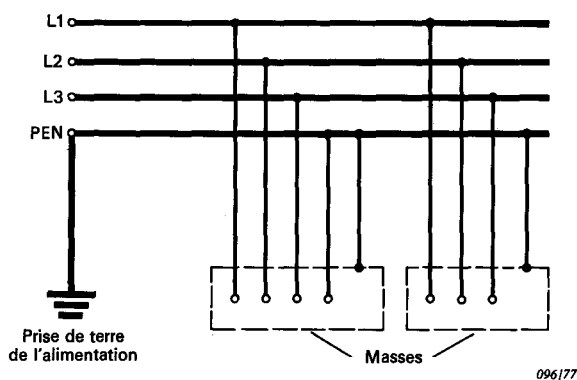
1.2.12 **Power distribution**

1.2.12.1 *TN power system*

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

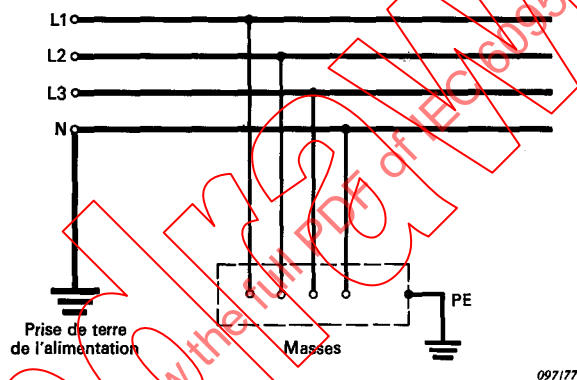
- TN-S system : having separate neutral and protective earth conductors throughout the system ;
- TN-C-S system : in which neutral and protective functions are combined in a single conductor in a part of the system ;
- TN-C system : in which neutral and protective functions are combined in a single conductor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





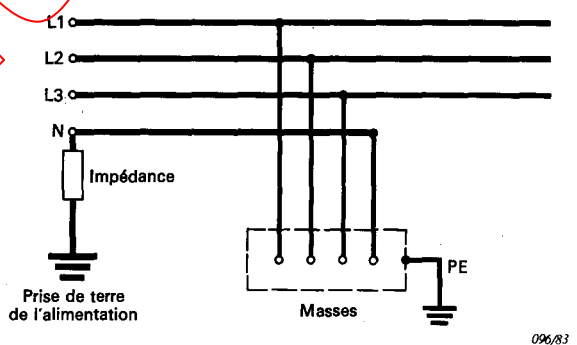
1.2.12.2 Schéma d'alimentation TT

Système de distribution d'énergie dont un point est directement relié à la terre, les masses de l'installation étant reliées à des prises de terre électriquement indépendantes des prises de terre de l'alimentation.



1.2.12.3 Schéma d'alimentation IT

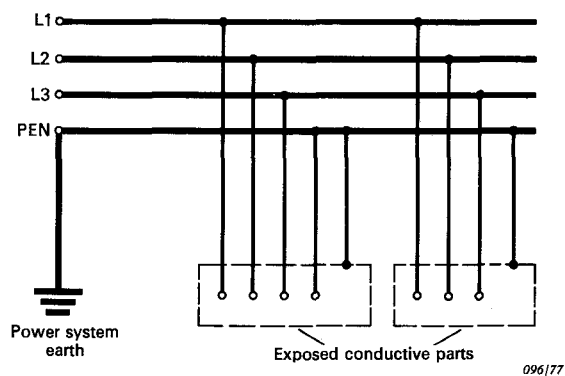
Système de distribution de l'énergie sans liaison directe à la terre, les masses de l'installation étant mises à la terre.



1.2.13 Inflammabilité

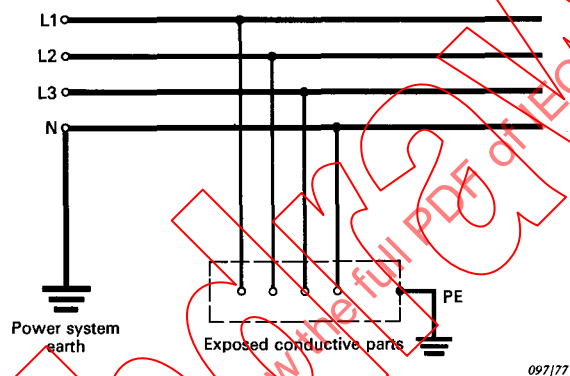
1.2.13.1 Classification des matériaux vis-à-vis de l'inflammabilité

Moyens de reconnaître les caractéristiques d'inflammabilité et de combustion des matériels autres que métalliques ou céramiques. Les matériaux sont classés comme indiqué dans les paragraphes 1.2.13.2 à 1.2.13.9 inclus, lorsqu'ils sont essayés conformément à l'annexe A.



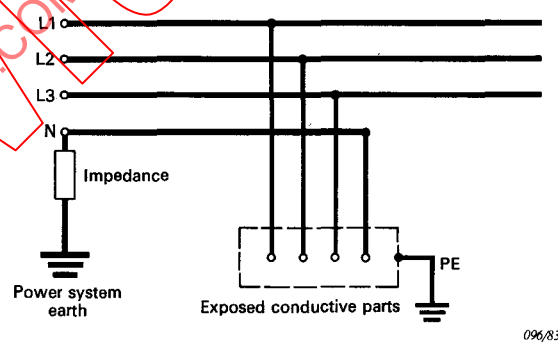
1.2.12.2 *TT power system*

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



1.2.12.3 *IT power system*

A power distribution system having no direct connection to earth, the exposed conductive parts of the electrical installation being earthed.



1.2.13 **Flammability**

1.2.13.1 *Flammability classification of materials*

The recognition of the ignition and burning resistance characteristics of materials other than metal or ceramic. Materials are classified as in Sub-clauses 1.2.13.2 to 1.2.13.9 when tested in accordance with Appendix A.

Lors de l'application des prescriptions de la présente norme, les matériaux plastiques cellulaires de classe HF-1 sont considérés comme meilleurs que ceux de classe HF-2 et les matériaux de classe HF-2 meilleurs que ceux de classe HBF.

De façon analogue, les autres matériaux y compris la mousse rigide, des classes 5V et V-0 sont considérés comme meilleurs que ceux de classe V-1, les matériaux de classe V-1 meilleurs que ceux de classe V-2, et les matériaux de classe V-2 meilleurs que ceux de classe HB.

1.2.13.2 *Matériau de classe V-0*

Matériau qui, lorsqu'il est essayé conformément à l'article A6, peut s'enflammer ou devenir incandescent mais s'éteint dans un délai moyen ne dépassant pas 5 s ; des particules incandescentes ou des gouttelettes enflammées n'enflamment pas le coton chirurgical.

1.2.13.3 *Matériau de classe V-1*

Matériau qui, lorsqu'il est essayé conformément à l'article A6, peut s'enflammer ou devenir incandescent, mais s'éteint dans un délai moyen ne dépassant pas 25 s ; des particules incandescentes ou des gouttelettes enflammées n'enflamment pas le coton chirurgical.

1.2.13.4 *Matériau de classe V-2*

Matériau qui, lorsqu'il est essayé conformément à l'article A6, peut s'enflammer ou devenir incandescent, mais s'éteint dans un délai moyen ne dépassant pas 25 s ; des particules incandescentes ou des gouttelettes enflammées peuvent enflammer le coton chirurgical.

1.2.13.5 *Matériau de classe 5V*

Matériau qui, lorsqu'il est essayé conformément à l'article A9, peut s'enflammer ou devenir incandescent, mais s'éteint dans un délai prescrit ; des particules incandescentes ou des gouttelettes enflammées n'enflamment pas le coton chirurgical.

L'article A9 pourra être retiré dès que la Publication 707 de la CEI : Méthodes d'essai pour évaluer l'inflammabilité des matériaux isolants électriques solides soumis à une source d'allumage, aura été modifiée pour inclure la classe d'inflammabilité 5V ou la classe qui pourrait la remplacer.

1.2.13.6 *Matériau plastique cellulaire de classe HF-1*

Matériau cellulaire qui, lorsqu'il est essayé conformément à l'article A7 peut s'enflammer ou devenir incandescent, mais s'éteint dans un délai prescrit ; des particules enflammées ou incandescentes ou des gouttelettes enflammées n'enflamment pas le coton chirurgical.

1.2.13.7 *Matériau plastique cellulaire de classe HF-2*

Matériau cellulaire qui, lorsqu'il est essayé conformément à l'article A7 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.

1.2.13.8 *Matériau de classe HB*

Matériau qui, lorsqu'il est essayé conformément à l'article A8 brûle à une vitesse inférieure ou égale à la valeur spécifiée.

1.2.13.9 *Matériau plastique cellulaire classé HBF*

Matériau plastique cellulaire qui, lorsqu'il est essayé conformément à l'article A7, brûle à une vitesse inférieure ou égale à la vitesse spécifiée.

1.2.13.10 *Limite basse inflammable*

Concentration la plus faible du fluide mélangé à l'air dans laquelle il y aura propagation de la flamme si le mélange est enflammé. Elle s'exprime en termes de pourcentage par volume de fluide dans l'air aux température et pression atmosphériques normales.

When applying the requirements in this standard, foamed materials of Class HF-1 are regarded as better than those of Class HF-2, and HF-2 better than HBF.

Similarly, other materials, including rigid (engineering structural) foam of Classes 5V or V-0 are regarded as better than those of Class V-1, V-1 better than V-2, and V-2 better than HB.

1.2.13.2 *V-0 class material*

A material that, when tested in accordance with Clause A6, may flame or glow but will extinguish in an average period of time not exceeding 5 s; glowing particles or flaming drops released do not ignite surgical cotton.

1.2.13.3 *V-1 class material*

A material that, when tested in accordance with Clause A6, may flame or glow but will extinguish in an average period of time not exceeding 25 s; glowing particles or flaming drops released do not ignite surgical cotton.

1.2.13.4 *V-2 class material*

A material that, when tested in accordance with Clause A6, may flame or glow but will extinguish within an average period of time not exceeding 25 s; glowing particles or flaming drops released may ignite surgical cotton.

1.2.13.5 *5V class material*

A material that, when tested in accordance with Clause A9, may flame or glow but will extinguish within a prescribed period of time; glowing particles or flaming drops released do not ignite surgical cotton.

Clause A9 may be withdrawn as soon as IEC Publication 707: Methods of Test for the Determination of the Flammability of Solid Electrical Insulating Materials when Exposed to an Igniting Source, is amended to include flammability Class 5V or its possible substitute.

1.2.13.6 *HF-1 class foamed material*

A foamed material that, when tested in accordance with Clause A7, may flame or glow but will extinguish within a prescribed period of time; flaming or glowing particles or flaming drops released do not ignite surgical cotton.

1.2.13.7 *HF-2 class foamed material*

A foamed material that, when tested in accordance with Clause A7, 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.

1.2.13.8 *HB class material*

Material that, when tested in accordance with Clause A8, does not exceed a specified maximum burning rate.

1.2.13.9 *HBF class foamed material*

A foamed material that, when tested in accordance with Clause A7, does not exceed a specified maximum burning rate.

1.2.13.10 *Lower flammable limit*

The lowest concentration of fluid mixed with air in which flame propagation will occur when the mixture is ignited. It is expressed in terms of percentage by volume of fluid in air at normal atmospheric temperature and pressure.

1.2.14 Divers

1.2.14.1 Essai de type

Essai effectué sur un échantillon représentatif du matériel pour déterminer si ce matériel, tel qu'il est conçu et fabriqué, peut satisfaire aux prescriptions de la présente norme.

1.2.14.2 Tension continue

Valeur moyenne d'une tension (telle qu'elle est mesurée à l'aide d'un voltmètre à cadre mobile) ayant une ondulation de crête à crête ne dépassant 10% de la valeur moyenne.

Lorsque l'ondulation de crête à crête dépasse 10% de la valeur moyenne, les prescriptions relatives à la tension de crête sont applicables.

1.3 Prescriptions générales

- 1.3.1 Le matériel doit être conçu et construit de façon que, dans toutes les conditions de fonctionnement normal et dans une condition de défaut vraisemblable, il protège contre les risques de blessures de personnes par choc électrique ou autre danger, et contre les risques sérieux de feu prenant naissance à l'intérieur du matériel, au sens de la présente norme.

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

Lorsque le matériel implique des situations de sécurité qui ne sont pas couvertes avec précision, il convient que la conception procure un niveau de sécurité au moins égal au niveau 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.

- 1.3.2 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 (voir paragraphe 1.7.2).

La vérification est effectuée par examen.

- 1.3.3 Les matériels sont classés suivant la protection contre les chocs électriques :

Matériel de classe I, ou

Matériel de classe II, ou

Matériel de classe III.

Les matériels comportant des tensions TBT ou des tensions dangereuses sont de la classe I ou de la classe II. Il n'y a pas, dans la présente norme, de prescriptions pour la protection contre les chocs électriques pour les matériels de la classe III.

1.4 Conditions générales d'essai

- 1.4.1 Les prescriptions et les essais détaillés dans la présente norme ne doivent s'appliquer que si la sécurité est impliquée. Si la conception et la construction du matériel montrent de façon évidente qu'un essai particulier n'est pas applicable, l'essai ne doit pas être effectué.

Afin d'établir si la sécurité est ou non impliquée, une analyse attentive des circuits et de la construction est recommandée, afin de tenir compte des conséquences d'une défaillance possible des éléments constitutifs.

- 1.4.2 Sauf indication contraire, les essais spécifiés dans la présente norme sont des essais de type.

- 1.4.3 Sauf spécification contraire dans la présente norme, les essais doivent être effectués sur un seul échantillon qui doit satisfaire à tous les essais le concernant.

L'échantillon doit être représentatif du matériel que l'utilisateur recevra, ou doit être le matériel prêt à être expédié à l'utilisateur.

1.2.14 Miscellaneous

1.2.14.1 Type test

Testing of a representative sample of the equipment with the objective of determining if the equipment, as designed and manufactured, can meet the requirements of this standard.

1.2.14.2 D.C. voltage

The average value of a voltage (as measured by a moving coil meter) having a peak-to-peak ripple not exceeding 10% of the average value.

Where peak-to-peak ripple exceeds 10% of the average value, the requirements related to peak voltage are applicable.

1.3 General requirements

- 1.3.1 Equipment shall be so designed and constructed that, under all conditions of normal use and under a likely fault condition, it protects against risk of personal injury from electric shock and other hazards and against serious fire originating in the equipment, within the meaning of this standard.

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

Where the equipment involves safety situations not specifically covered, the design should 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.

- 1.3.2 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 (see Sub-clause 1.7.2).

Compliance is checked by inspection.

- 1.3.3 Equipment is classified according to its protection from electric shock as :

Class I, or
Class II, or
Class III.

Equipment containing ELV or hazardous voltage is Class I or Class II. There are no requirements in this standard for protection against electric shock for Class III.

1.4 General conditions for tests

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

In order to establish whether or not safety is involved, a careful investigation of the circuits and construction is recommended, to take into account the consequences of possible failure of components.

- 1.4.2 Except where otherwise stated, tests specified in this standard are type tests.

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

The sample shall be representative of the equipment the user would receive, or shall be the equipment ready for shipment to the user.

Comme variante à l'exécution des essais sur le matériel complet, des essais peuvent être effectués séparément sur des éléments constitutants et des sous-ensembles, à condition qu'un examen du matériel et des dispositions des circuits assure que de tels essais montrent que le matériel assemblé sera conforme aux prescriptions de la présente norme.

Il convient d'effectuer les essais dans l'ordre suivant :

- préselection des éléments constitutants et des matériaux ;
- essais au banc des éléments constitutants et des sous-ensembles ;
- essais pour lesquels le matériel n'est pas mis sous tension ;
- essais sous tension :
 - a) dans les conditions normales de fonctionnement ;
 - b) dans les conditions de fonctionnement anormal ;
 - c) risquant de provoquer une destruction.

Lorsqu'un essai prescrit dans la présente norme risque d'être destructif, un modèle peut être utilisé pour représenter la condition à évaluer.

Compte tenu de l'importance des frais engagés dans les essais et afin de minimiser le gaspillage, l'étude du programme d'essais des échantillons et des séquences d'essais par toutes les parties concernées est recommandée.

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

- tension d'alimentation ;
- fréquence d'alimentation ;
- emplacement physique du matériel et position des parties mobiles ;
- mode de fonctionnement ;
- réglage des thermostats, des dispositifs de régulation ou des dispositifs de commande similaires situés dans les zones d'accès de l'opérateur et qui sont :
 - a) réglables sans l'aide d'un outil, ou
 - b) réglables par un moyen tel qu'une clé ou un outil délibérément fourni à l'opérateur.

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 (des) plage(s) nominale(s) de tensions ;
- tolérance sur la tension nominale spécifiée par le constructeur. Si la tolérance n'est pas spécifiée les valeurs de + 6% et - 10% doivent être prises (voir paragraphe 1.6.5).

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

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 prises en compte (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 $50 \pm 0,5$ Hz).

1.4.7 Dans la présente norme, des limites pour les températures maximales ou les échauffements maximaux sont spécifiées pour la conformité à certains essais. La température de l'air ambiant pendant les essais n'a pas besoin d'être imposée, mais doit être relevée et notée.

Lorsque les températures sont mesurées dans des conditions ambiantes locales de pression atmosphérique et d'humidité relative, les limites de températures doivent être modifiées pour tenir compte des limites défavorables de pression et d'humidité.

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 ensure that such testing will indicate that the assembled equipment would conform to the requirements of the standard.

The tests should be carried out in the following order :

- component or material pre-selection ;
- component or sub-assembly bench tests ;
- those where the equipment is not energized ;
- live tests :
 - a) under normal operating conditions ;
 - b) under abnormal operating conditions ;
 - c) involving likely destruction.

When a test specified in this standard could be destructive, a model may be used to represent the condition to be evaluated.

In view of the amount of resources involved in testing and in order to minimize waste, it is recommended that all parties concerned jointly consider the test programme, the test samples and the test sequence.

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

- supply voltage,
- supply frequency,
- physical location of equipment and position of movable parts,
- operating mode,
- adjustment of thermostats, regulating devices or similar controls in operator access areas, which are :
 - a) adjustable without the use of a tool, or
 - b) adjustable using a means, such as a key or a tool, deliberately provided for the operator.

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

- multiple rated voltages,
- extremes of rated voltage ranges,
- tolerance on rated voltage as specified by the manufacturer. If tolerance is not specified, it shall be taken as +6% and -10% (see Sub-clause 1.6.5).

When testing equipment designed for d.c. only, the possible influence of polarity shall be taken into account.

1.4.6 In determining the most unfavourable supply frequency for a test, different nominal frequencies within the rated frequency range shall be taken into account (e.g. 50 Hz and 60 Hz) but consideration of the tolerance on a rated frequency (e.g. 50 ± 0.5 Hz) is not normally necessary.

1.4.7 In this standard, limits for maximum temperatures or maximum temperature rises are specified for compliance with certain tests. The ambient room air temperature during the tests need not be controlled, but shall be monitored and recorded.

Where temperatures are measured under local ambient conditions of atmospheric pressure and relative humidity, the temperature limits should be adjusted to allow for adverse limits of pressure and humidity.

Lorsque des températures maximales ou des échauffements maximaux sont spécifiés ils sont basés sur l'hypothèse que la température d'air ambiant sera de 25°C lorsque le matériel fonctionnera. Si le matériel, dans son application finale, est destiné à fonctionner à une température ambiante supérieure, les limites d'échauffements doivent être réduites de la différence entre la température ambiante supérieure et 25°C. Lorsque des températures maximales sont spécifiées, elles ne doivent pas être dépassées lorsque le matériel fonctionne à la température ambiante maximale spécifiée.

Cela peut être vérifié par calcul si la mesure à la température ambiante maximale n'est pas possible.

La classification des matériaux isolants (classes A, E, B, F et H) est conforme à la Publication 85 de la CEI: Evaluation et classification thermiques de l'isolation électrique.

- 1.4.8 A moins qu'une méthode particulière ne soit spécifiée, les températures des enroulements doivent être déterminées soit par la méthode par couples thermoélectriques soit par la méthode de variation de la résistance (annexe E). Les températures des parties autres que les enroulements doivent être déterminées par la méthode par couple thermoélectrique ou par une méthode similaire. Le choix et la position des sondes thermiques doivent être tels qu'ils 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 Lorsque le matériel est muni de socles de prises de courant normalisés qui sont accessibles à l'opérateur, des charges résistives de la valeur indiquée sur le marquage prescrit au paragraphe 1.7.5 doivent être reliées à ces socles, lorsque c'est nécessaire, pendant tous les essais dont les résultats peuvent être influencés par cette charge.
- 1.4.11 Lorsque ce matériel est conçu pour alimenter d'autres unités d'un système, le courant du matériel doit comprendre la somme des courants nominaux de ces autres unités lorsque ceci peut avoir une influence sur les résultats des essais. Des charges artificielles peuvent être utilisées pour simuler les autres unités.
- 1.4.12 Pour les prescriptions de la présente norme qui concernent la partie électrique, les liquides conducteurs sont traités comme des parties conductrices.

1.5 *Éléments constitutants*

- 1.5.1 Lorsque la sécurité est impliquée, les éléments constitutants doivent être conformes soit aux prescriptions de la présente norme soit aux aspects de sécurité des normes de la CEI applicables à ces éléments constitutants.

Une norme d'élément constituant de la CEI est considérée comme applicable uniquement lorsque celui-ci fait clairement partie du domaine d'application.

Les éléments constitutants qui sont à connecter entre circuits TBTS et soit une TBT soit une tension dangereuse doivent satisfaire aux prescriptions du paragraphe 2.3.

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

- 1.5.2 *L'évaluation et les essais des éléments constitutants doivent être effectués comme suit :*

- *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 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;*

Where maximum temperatures or temperature rises are specified, they are based on the assumption that the room ambient air temperature will be 25 °C when the equipment is in operation. If the equipment, in its final application, is intended to be operated in a higher room ambient temperature, the limits of temperature rise shall be reduced by the difference between the higher ambient temperature and 25 °C. When maximum temperatures are specified, they shall not be exceeded with the equipment operating at its maximum specified room ambient temperature.

This may be checked by calculation if measurement at maximum ambient temperature is impractical.

The classification of insulating materials (Classes A, E, B, F and H) is in accordance with IEC Publication 85: Thermal Evaluation and Classification of Electrical Insulation.

1.4.8 Unless a particular method is specified, temperatures of windings shall be determined either by the thermocouple method or by the resistance method (Appendix E). Temperatures of parts other than windings shall be determined by the thermocouple or a similar method. The choice and position of temperature sensors shall be made so that they have 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 those features.

1.4.10 Where the equipment is fitted with standard power supply outlets which are accessible to the operator, resistive loads to the value indicated in the marking required by Sub-clause 1.7.5 shall be connected to these outlets, where necessary, during any test whose results could be affected.

1.4.11 Where the equipment is designed to supply mains power to other units of a system, the input current of the equipment shall include the sum of the rated currents of those other units where this could have an influence on the test results. Artificial loads may be used to simulate the other units.

1.4.12 For the electrical requirements of this standard, conducting liquids shall be treated as conductive parts.

1.5 Components

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

An IEC component standard is considered relevant only if the component in question clearly falls within its scope.

Components which are to be connected to SELV circuits and either to ELV or to a hazardous voltage shall comply with the requirements of Sub-clause 2.3.

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

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;*

- *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 dans les conditions se présentant dans le matériel ;*

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

- *lorsqu'il n'existe pas de norme d'élément constituant de la CEI, ou lorsque les éléments constituants sont utilisés dans des circuits dans des conditions qui ne sont pas en accord avec leurs caractéristiques nominales spécifiées, les éléments constituants 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 le nombre exigé par une norme équivalente ;*
- *les dispositifs de commande thermiques doivent être essayés conformément à l'annexe L.*

- 1.5.3 Les transformateurs, y compris les transformateurs de sécurité, doivent être d'un type approprié pour leur application et doivent satisfaire aux prescriptions correspondantes de la présente norme et de l'annexe C.

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.

- 1.5.4 Les éléments constituants haute tension fonctionnant à des tensions crête à crête supérieures à 4 kV doivent soit être de classe d'inflammabilité V-2 (voir article A6) ou d'une classe meilleure, ou de classe d'inflammabilité HF-2 (voir article A7) ou d'une classe meilleure, soit être conformes au paragraphe 14.4 de la Publication 65 de la CEI : Règles de sécurité pour les appareils électroniques et appareils associés à usage domestique ou à usage général analogue, reliés à un réseau.

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% sous la charge normale.

La vérification est effectuée par la mesure du courant absorbé par le matériel sous la charge normale et sous la tension nominale ou sous la limite inférieure de la plage nominale de tensions après stabilisation du courant absorbé. Si le courant varie pendant le cycle de fonctionnement normal, le courant absorbé en régime doit être pris comme la valeur moyenne, mesurée sur un ampèremètre enregistreur, pendant une période représentative.

- 1.6.2 La tension nominale du matériel portatif ne doit pas dépasser 250 V.

- 1.6.3 Le conducteur neutre, s'il existe, doit être isolé de la terre et de la masse dans tout le matériel comme s'il était un conducteur de phase. Les éléments constituants connectés entre le neutre et la terre doivent avoir des caractéristiques nominales correspondant à une tension de service égale à la tension entre phase et neutre.

- 1.6.4 Pour les matériels destinés à être raccordés à des schémas d'alimentation IT, les éléments constituants connectés entre phase et terre doivent pouvoir supporter les contraintes dues à une tension de service égale à la tension entre phases.

- 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 +6%, -10%.

- *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 component standard, under the conditions occurring in the equipment ;*

The applicable test for compliance with a component standard is, in general, carried out separately. The number of test samples is, in general, the same as that 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 occurring in the equipment. The number of samples required for test is, in general, the same as required by an equivalent standard ;*
- *thermal controls shall be tested in accordance with Appendix L.*

- 1.5.3 Transformers, including safety isolating transformers, shall be of a type suitable for their intended application and shall comply with the relevant requirements of this standard and of Appendix C.

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.

- 1.5.4 High voltage components operating at peak-to-peak voltages exceeding 4 kV either shall have a flammability class of V-2 (see Clause A6), or better, or of HF-2 (see Clause A7), or better, or they shall comply with Sub-clause 14.4 in IEC Publication 65 : Safety Requirements for Mains Operated Electronic and Related Apparatus for Household and Similar General Use.

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 normal load.

Compliance is checked by measuring the input current of the equipment at normal load and at rated voltage or at the lowest voltage of the rated voltage range, when the input current has stabilized. If the current varies during the normal operating cycle the steady state input current shall be taken as the mean indication of the value, measured on a recording r.m.s. ammeter, during a representative period.

- 1.6.2 The rated voltage of hand-held equipment shall not exceed 250 V.
- 1.6.3 The neutral conductor, if any, shall be insulated from earth and the body throughout the equipment as if it were a phase conductor. Components connected between neutral and earth shall be rated for a working voltage equal to the phase-to-neutral voltage.
- 1.6.4 For equipment to be connected to IT power systems, components connected between phase and earth shall be capable of withstanding the stress due to a working voltage equal to the phase-to-phase voltage.
- 1.6.5 Equipment intended to operate directly from the mains supply shall be designed for a minimum supply tolerance of +6%, -10%.

1.7 Marques et indications

1.7.1 Le matériel doit comporter un marquage dont l'objet est de spécifier les conditions correctes d'alimentation en tension et en fréquence et en capacité de passage de courant.

Pour les matériels destinés à être installés par une personne ne faisant pas partie du personnel d'entretien le marquage doit être rapidement visible dans une zone d'accès de l'opérateur ou doit être placé sur la surface extérieure du matériel. Si le marquage est placé sur une surface extérieure d'un matériel installé à poste fixe, il doit être discernable après que l'équipement a été installé comme en usage normal.

Les indications qui ne sont pas visibles de l'extérieur du matériel sont considérées comme conformes si elles sont directement visibles après ouverture d'une porte ou d'un couvercle. Si la zone derrière la porte ou le couvercle n'est pas une zone d'accès de l'opérateur, il y a lieu d'attacher au matériel un avertissement visible pour indiquer clairement l'emplacement du marquage. L'avertissement peut être de nature temporaire.

Le marquage 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 ligne oblique (/).

Exemples de caractéristiques nominales de tension :

Plage nominale de tensions : 220-240 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 : 120/220/240 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.

- 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 ;
- le courant nominal, en milliampères ou 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.

Le marquage du courant nominal d'un groupe d'unités ayant une seule connection à l'alimentation doit être placé sur l'unité qui est directement relié au réseau d'alimentation. Le courant nominal indiqué sur cette unité doit être le courant total maximal qui peut être en circuit en même temps et il doit inclure les courants combinés de toutes les unités du groupe qui peuvent être alimentées simultanément par l'intermédiaire de cette unité et qui peuvent être mis en fonctionnement.

Si une unité ne comporte pas de moyens de raccordement direct au réseau, il n'est pas nécessaire qu'elle porte l'indication de son courant nominal.

- 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, ils doivent être conformes à la Norme ISO 7001 et la Publication 417 de la CEI : Symboles graphiques utilisables sur le matériel. Index, relevé et compilation des feuilles individuelles, lorsque les symboles appropriés existent.

1.7.2 S'il est nécessaire de prendre des précautions spéciales pour éviter l'apparition de dangers pendant le fonctionnement, l'installation, la maintenance, le transport et le stockage du matériel, le constructeur doit tenir disponibles les instructions nécessaires.

1.7 Marking and instructions

1.7.1 Equipment shall be provided with a power rating marking, the purpose of which is to specify a supply of correct voltage and frequency and of adequate current-carrying capacity.

For equipment intended to be installed by anyone other than service personnel, the marking shall be readily visible either in an operator access area or shall be located on an outside surface of the equipment. If located on an outside surface of fixed equipment, the marking shall be discernible after the equipment has been installed as in normal use.

Markings that are not visible from the outside of the equipment are considered to be in compliance if they are directly visible when opening a door or cover. If the area behind the door or cover is not an operator access area, a readily visible marker should be attached to the equipment to clearly indicate the location of the marking. The marker may be of a temporary nature.

The marking shall include the following :

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

The voltage range shall have a hyphen (-) between the minimum and maximum 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 : 220-240 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 : 120/220/240 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 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,
- rated current, in milliamperes or 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.

The marking for rated current of a group of units having a single supply connection shall be placed on the unit which is directly connected to the supply mains. The rated current marked on that unit shall be the total maximum current that can be on circuit at the same time and shall include the combined currents to all units in the group that may be supplied simultaneously through the unit and that can be operated simultaneously.

If a unit is not provided with a means for connection direct to the supply mains, it need not be marked with its rated current.

- 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.

Where symbols are used, they shall conform with ISO Standard 7001 and IEC Publication 417: Graphical Symbols for Use on Equipment. Index, Survey and Compilation of the Single Sheets, where appropriate symbols exist.

1.7.2 If it is necessary to take special precautions to avoid the introduction of hazards when operating, installing, maintaining, transporting or storing equipment, the manufacturer shall have available the necessary instructions.

Des précautions spéciales peuvent être nécessaires par exemple, pour la liaison du matériel à l'alimentation et l'interconnexion d'unités séparées, le cas échéant.

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

En Norvège et en Suède, les matériels de la classe I raccordés par prise de courant et destinés à être reliés à un réseau de téléphone ou à un système de communication analogue peuvent nécessiter un marquage indiquant que le matériel doit être raccordé à un socle de prise de courant mis à la terre.

Les instructions pour le fonctionnement et, pour les matériels raccordés par prise de courant destinés à être installés par l'utilisateur, les instructions d'installation doivent être à la disposition de l'utilisateur.

Lorsque le dispositif de sectionnement n'est pas incorporé dans le matériel (voir paragraphe 2.6.3) ou lorsque la fiche de prise de courant du câble d'alimentation est destinée à servir de dispositif de sectionnement, les instructions d'installation doivent indiquer que :

- pour le matériel relié à demeure au réseau, un dispositif de coupure rapidement accessible, doit être incorporé dans l'installation fixe ;
- pour le matériel raccordé par prise de courant, le socle de prise de courant doit être installé à proximité du matériel et doit être aisément accessible.

Pour les matériels qui peuvent produire de l'ozone, les instructions d'installation et de fonctionnement doivent mentionner la nécessité de prendre des précautions pour s'assurer que la concentration d'ozone est limitée à une valeur sûre.

La limite d'exposition à long terme actuellement recommandée pour l'ozone est de 0,1 ppm (0,2 mg/m³) calculée comme une concentration moyenne pondérée dans le temps sur 8 h. Il y a lieu de noter que l'ozone est plus lourd que l'air.

- 1.7.3 Les matériels pour service temporaire ou pour service intermittent doivent porter l'indication soit de la durée nominale de fonctionnement, soit de la durée nominale de fonctionnement et de la durée nominale de repos, à moins que la durée de fonctionnement ne soit limitée par construction ou par la définition de sa charge normale.

Les indications relatives au service intermittent doivent correspondre à l'usage normal.

Les indications relatives au service intermittent doivent être telles que la durée nominale de fonctionnement précède la durée nominale de repos, les deux indications étant séparées par une ligne oblique (/).

- 1.7.4 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'entretien ou dans la notice d'installation. A moins que le dispositif de réglage ne soit une simple commande placée près du marquage et que le réglage de cette commande ne soit évident par simple examen, l'instruction suivante ou une instruction similaire doit figurer sur le marquage ou à proximité de celle-ci :

VOIR LA NOTICE D'INSTALLATION AVANT DE RACCORDER AU RÉSEAU.

- 1.7.5 Si, dans le matériel, un socle de prise de courant normalisé est accessible à l'opérateur, l'indication de la charge maximale admissible à raccorder au socle de prise de courant normalisé doit être marquée à proximité de celui-ci.

Des socles de prises de courant conformes à la Publication 83 de la CEI : Prises de courant pour usage domestique et usage général similaire. Normes, sont des exemples de socles de prises de courant normalisées.

- 1.7.6 Un marquage doit être placé sur ou à proximité de chaque porte-fusible (ou à un autre endroit pourvu qu'il soit facile de voir à quel porte-fusible s'applique le marquage) donnant le courant nominal du fusible et, lorsque des fusibles de tensions nominales différentes peuvent être utilisés, la tension nominale du fusible.

Lorsque des éléments fusibles à caractéristiques de fusion spéciales telles qu'une temporisation sont nécessaires, le type doit également être indiqué.

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

Maintenance information is normally made available only to service personnel.

In Norway and Sweden, pluggable Class I equipment intended for connection to a telephone network or a similar communications system may require a marking stating that the equipment must be connected to an earthed mains socket-outlet.

The operating instructions and, for pluggable equipment intended for user installation, also the installation instructions, shall be made available to the user.

When the disconnect device is not incorporated in the equipment (see Sub-clause 2.6.3) or when the plug on the power supply cord is intended to serve as the disconnect device, the installation instructions shall state that :

- for permanently connected equipment, a readily accessible disconnect device shall be incorporated in the fixed wiring ;
- for pluggable equipment the socket-outlet shall be installed near the equipment and shall be easily accessible.

For equipment that may produce ozone, the installation and operating instructions shall refer to the need to take precautions to ensure that the concentration of ozone is limited to a safe value.

The present recommended long term exposure limit for ozone is 0.1 ppm (0.2 mg/m³) calculated as an 8 h time-weighted average concentration. It should be noted that ozone is heavier than air.

- 1.7.3 Equipment intended for short-time operation or for intermittent operation shall be marked with rated operating time, or rated operating time and rated resting time respectively, unless the operating time is limited by the construction or by the definition of its normal load.

The marking of short-time operation or intermittent operation shall correspond to normal use.

The marking of intermittent operation shall be such that the rated operating time precedes the rated resting time, the two markings being separated by a solidus (/).

- 1.7.4 For equipment intended for connection to multiple rated voltages or frequencies, the method of adjustment shall be fully described in the service manual or installation instructions. Unless the means of adjustment is a simple control near the power rating marking, 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 marking :

SEE INSTALLATION INSTRUCTIONS BEFORE CONNECTING TO THE SUPPLY

- 1.7.5 If any standard power supply outlet in the equipment is accessible to the operator, a marking shall be placed in the vicinity of the standard supply outlet to show the maximum permissible load that may be connected to the outlet.

Outlets conforming to IEC Publication 83: Plugs and Socket-outlets for Domestic and Similar General Use. Standards.

- 1.7.6 Marking shall be located on, or adjacent to, each fuseholder (or in another location provided that it is obvious to which fuseholder the marking applies) giving the fuse rated current and, where fuses of different voltage rating could be fitted, the fuse rated voltage.

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

- 1.7.7 La borne prévue pour le raccordement du conducteur de protection associé au câblage d'alimentation doit être repérée par le symbole $\oplus$ défini au n° 5019a de la Publication 417 de la CEI.

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

Cette prescription s'applique aux bornes pour le raccordement d'un conducteur de protection qui peut faire partie intégrante d'un câble d'alimentation ou être acheminé avec les conducteurs d'alimentation.

Le symbole $\oplus$ étant largement utilisé par les constructeurs et par les fabricants d'éléments constitutifs tels que les borniers, il est probable que son utilisation continuera à être autorisée.

Les bornes prévues uniquement pour le raccordement du conducteur neutre de l'alimentation primaire, si elles existent, doivent porter l'indication de la lettre majuscule N.

Pour les équipements triphasés, si une rotation de phase incorrecte risque d'entraîner une augmentation excessive de température ou un autre danger, les bornes destinées à la connexion des conducteurs de phase de l'alimentation primaire doivent être marquées de façon qu'avec les instructions d'installation, il n'y ait pas d'ambiguïté pour la séquence de rotation de phase.

Ces indications ne doivent être placées ni sur les vis, ni sur les autres parties susceptibles d'être enlevées lors du raccordement des conducteurs.

- 1.7.8 A moins que cela ne soit manifestement superflu, les interrupteurs et autres dispositifs de commande liés à la sécurité doivent être marqués ou placés de manière à indiquer clairement quelle fonction ils commandent.

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

Lorsque des symboles sont utilisés, sur ou à proximité des dispositifs de commande, par exemple interrupteurs, boutons-poussoir, etc., pour indiquer les positions MARCHE et ARRÊT, ce doit être un trait $|$ pour MARCHE ou un cercle $\bigcirc$ pour ARRÊT (Publication 417 de la CEI, n° 5007-a et n° 5008-a). Pour les interrupteurs du type «poussez-poussez», le symbole $\bigcirc$ doit être utilisé (Publication 417 de la CEI, n° 5010-a).

Les symboles $\bigcirc$ et $|$ peuvent être utilisés comme marquages pour ARRÊT et MARCHE sur tout interrupteur de l'alimentation primaire, y compris les interrupteurs sectionneurs.

Si des chiffres sont utilisés pour indiquer les différentes positions d'un dispositif de commande quelconque, la position ARRÊT doit être indiquée par le chiffre 0 (ZÉRO) et les chiffres plus élevés doivent être utilisés pour indiquer une charge, une puissance, etc., plus élevées.

Une POSITION D'ATTENTE doit être indiquée par le symbole approprié $\cup$ (n° 5009-a de la Publication 417 de la CEI).

Les marques et indications des interrupteurs et autres dispositifs de commande doivent être placées soit :

- sur l'interrupteur ou le dispositif de commande ou à proximité, soit
- de telle manière que la relation entre le marquage et l'interrupteur ou le dispositif de commande auquel il s'applique soit évidente.

- 1.7.9 Lorsqu'il y a plusieurs connexions alimentant un matériel sous une tension dangereuse ou à des niveaux d'énergie dangereux, un marquage permanent placé en évidence à proximité de l'accès aux parties dangereuses prévu pour le personnel d'entretien doit indiquer quel dispositif de sectionnement isole complètement le matériel et quels dispositifs de sectionnement peuvent être utilisés pour isoler chaque section du matériel.

- 1.7.10 Si le matériel a été conçu ou, si nécessaire, modifié pour le raccordement à un schéma d'alimentation IT, les instructions d'installation du matériel doivent l'indiquer.

- 1.7.7 The wiring terminal intended for connection of the protective earthing conductor associated with the supply wiring shall be indicated by the symbol $\oplus$ defined in IEC Publication 417 No. 5019a.

This symbol shall not be used for other earthing terminals.

This requirement is applicable to terminals for connection of a protective earthing conductor whether run as an integral part of a power supply cord or with supply conductors.

Because the symbol $\perp$ has been used widely by equipment manufacturers and by manufacturers of components such as terminal blocks, it is expected that its use will continue to be permitted.

Terminals intended exclusively for connection of the primary power neutral conductor, if any, shall be indicated by the capital letter N.

On three-phase equipment, if incorrect phase rotation could cause overheating or other hazard, terminals intended for connection of the primary power phase conductors shall be marked in such a way that, in conjunction with any installation instructions, the sequence of phase rotation is unambiguous.

These indications shall not be placed on screws, or other parts which might be removed when conductors are being connected.

- 1.7.8 Unless it is obviously unnecessary, switches and other controls affecting safety shall be marked or placed 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.

Where symbols are used on or near controls, for example switches, push buttons, etc., to indicate "ON" and "OFF" conditions, they shall be the line — for "ON" and circle $\bigcirc$ for "OFF" (IEC Publication 417, Nos. 5007-a and 5008-a). For push-push type switches the symbol $\odot$ shall be used (IEC Publication 417, No. 5010-a).

The symbols $\bigcirc$ and — may be used as OFF and ON markings on any primary power switches, including isolating switches.

If figures are used for indicating different positions of any control, the OFF position shall be indicated by the figure 0 (ZERO) and higher figures shall be used to indicate greater output, input, etc.

A STAND-BY condition shall be indicated by the appropriate symbol $\odot$ (IEC Publication 417, No. 5009-a).

Markings and indications for switches and other controls shall be located either :

- on or adjacent to the switch or control, or
- so that it is obvious to which switch or control the marking applies.

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

- 1.7.10 If the equipment has been designed or, when required, modified for connection to an IT power system, the equipment installation instructions shall so state.

1.7.11 Les instructions d'installation du matériel doivent indiquer si la protection du câblage interne du matériel dépend de l'installation du bâtiment et doivent spécifier les caractéristiques maximales de la protection prévue contre les surintensités (voir paragraphe 2.7.1).

1.7.12 Les matériels dans lesquels il existe des courants de fuite dépassant 3,5 mA doivent comporter un avertissement comme défini au paragraphe 5.2.5 ou à l'article G5.

L'attention est attirée sur la Publication 364-7-707 de la CEI: Installations électriques des bâtiments, Septième partie: Règles pour les installations et emplacements spéciaux, Section 707 — Mise à la terre des installations de matériels de traitement de l'information.

1.7.13 Les thermostats et autres dispositifs de réglage analogues, destinés à être réglés au cours de l'installation ou en usage normal, doivent être pourvus d'une indication donnant le sens de l'augmentation ou de la diminution de la valeur de la grandeur réglée.

Une indication par + ou - est considérée comme acceptable.

1.7.14 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.

1.7.15 Les marques et indications prescrites dans la présente norme doivent être durables et lisibles. Dans l'appréciation de la durabilité du marquage, il doit être tenu compte de l'effet d'une utilisation normale.

La vérification consiste à effectuer un examen et à frotter les marques et indications à la main pendant 15 s avec un chiffon imbibé d'eau et de nouveau pendant 15 s avec un chiffon imbibé d'essence. Après tous les essais de la présente norme les marques et indications doivent être lisibles; il ne doit pas être possible d'enlever facilement les plaques signalétiques et celles-ci ne doivent pas se recroqueviller.

1.7.16 Les marques et indications ne doivent pas être placées sur des parties amovibles qui peuvent être remises en place de telle sorte que le marquage devienne trompeur.

2. Prescriptions fondamentales de conception

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

2.1.1 La présente norme spécifie deux catégories de prescriptions pour la protection contre les chocs électriques venant de parties sous tension. Les prescriptions contre les dangers de transfert d'énergie sont spécifiées au paragraphe 2.1.5.

Les deux catégories de prescriptions sont fondées sur les principes suivants:

1) L'opérateur peut être autorisé à avoir accès à:

- des parties nues de circuits TBTS;
- des parties nues de circuits à limitation de courant;
- l'isolation du câblage fonctionnant sous TBT, dans les conditions spécifiées au paragraphe 2.1.3.

2) L'opérateur doit être empêché d'avoir accès à:

- des parties nues ou des circuits fonctionnant sous TBT ou sous tension dangereuse;
- des isolations fonctionnelles ou principales de telles parties sauf dans les conditions spécifiées au paragraphe 2.1.3;
- des parties conductrices non mises à la terre séparées des parties sous TBT ou sous tension dangereuse par une isolation fonctionnelle ou principale seulement.

1.7.11 The equipment installation instructions shall state if the equipment relies upon the building installation for protection of internal wiring and shall specify the maximum intended over-current protection rating where necessary (see Sub-clause 2.7.1).

1.7.12 Equipment in which leakage current exceeding 3.5 mA exists shall carry a warning label as defined in Sub-clause 5.2.5 or Clause G5.

Attention is drawn to IEC Publication 364-7-707: Electrical Installations of Buildings, Part 7: Requirements for Special Installations or Locations, Section 707 — Earthing Requirements for the Installation of Data Processing Equipment.

1.7.13 Thermostats and similar regulating devices intended to be adjusted during installation or in normal use, shall be provided with an indication for the direction of adjustment to increase or decrease the value of the characteristic being adjusted.

An indication of + and – is acceptable.

1.7.14 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.

1.7.15 Marking required by this standard shall be durable and legible. In considering the durability of the marking, the effect of normal use shall be taken into account.

Compliance is checked by inspection and by rubbing the marking by hand for 15 s with a piece of cloth soaked with water and again for 15 s with a piece of cloth soaked with petroleum spirit. After all the tests of this standard, the marking shall be legible; it shall not be easily possible to remove marking plates and they shall show no curling.

1.7.16 Marking required by this standard shall not be placed on removable parts which can be replaced in such a way that the marking would become misleading.

2. Fundamental design requirements

2.1 Protection against electric shock and energy hazards

2.1.1 This standard specifies two categories of requirements for protection against electric shock from energized parts. Requirements for protection against energy hazards are specified in Sub-clause 2.1.5.

The two categories of requirements are based on the following principles:

1) The operator may be permitted to have access to:

- bare parts in SELV circuits;
- bare parts in limited current circuits;
- insulation of wiring normally operating at ELV under the conditions specified in Sub-clause 2.1.3.

2) The operator shall be prevented from having access to:

- bare parts or circuits normally operating at ELV or hazardous voltages;
- operational or basic insulation of such parts except under the conditions specified in Sub-clause 2.1.3;
- unearthed conductive parts separated from parts at ELV or hazardous voltages by operational or basic insulation only.

2.1.2 Le matériel doit être construit de façon que soit assurée une protection suffisante contre un contact de l'opérateur avec :

- des parties nues sous TBT ou sous tension dangereuse ;

Des parties sous TBT ou sous tension dangereuse, protégées seulement par du vernis, de l'émail, du papier ordinaire, du coton, une pellicule oxyde, des perles isolantes ou de la matière de remplissage autre que de la résine autodurcissante, sont considérées comme des parties conductrices nues.

- L'isolation fonctionnelle ou principale de parties ou de câblages sous TBT ou sous tension dangereuse à l'exception de ce qui est permis au paragraphe 2.1.3 ;
- des parties conductrices non mises à la terre séparées des parties sous TBT ou sous tension dangereuse par une isolation fonctionnelle ou 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 portes et couvercles accessibles à l'opérateur étant ouverts.

Cette prescription exclut l'utilisation, dans les zones d'accès de l'opérateur, de porte-fusibles, de connecteurs, de prises de courant et d'appareillage similaire qui ne peuvent satisfaire à l'essai d'accessibilité suivant avec le doigt d'épreuve (figure 10, page 164).

La protection doit être réalisée par isolation, mise en place de dispositifs de garde ou par utilisation de verrouillages.

La vérification est effectuée :

- par un examen ;
- par un essai avec le doigt d'épreuve (figure 10) qui ne doit pas se trouver en contact avec les parties décrites ci-dessus, et
- par un essai avec la broche d'essai (figure 11, page 166) qui ne doit pas se trouver au contact avec des parties nues sous tension dangereuse lorsqu'elle est appliquée à travers les ouvertures dans les enveloppes électriques en matières conductrices non mises à la terre ou en matières isolantes. La broche d'essai n'est pas appliquée aux porte-fusibles, aux connecteurs, aux prises de courant et appareillage similaire.

Dans le cadre de cet essai, une enveloppe électrique traitée avec un revêtement non conducteur, par exemple par peinture ou anodisation, est considérée comme une enveloppe isolée.

Le doigt d'épreuve et la broche d'essai doivent être appliqués sans force appréciable, dans toutes les positions possibles, avec l'exception suivante : les matériels à poser sur le sol et de masse supérieure à 40 kg. ne doivent pas être inclinés. Les connecteurs détachables par l'opérateur doivent être essayés pendant et après la déconnection.

Les matériels destinés à être encastrés, montés sur des racks ou incorporés dans des matériels plus importants doivent être essayés avec l'accès au matériel limité suivant la méthode de fixation indiquée en détail par le constructeur.

Les ouvertures ne permettant pas l'entrée du doigt d'épreuve (figure 10) doivent, de plus, être essayées au moyen d'un doigt d'épreuve de mêmes dimensions 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 10) 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. Lorsque c'est le cas, il y a lieu de prendre des précautions afin que l'application de l'essai ne détériore pas les éléments constitutants des circuits électroniques.

Si des éléments constitutants 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 Equipment shall be so constructed that there is adequate protection against operator contact with :

- bare parts at ELV or hazardous voltage ;

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, are considered to be bare conductive parts.

- operational or basic insulation of parts or wiring at ELV or hazardous voltages, except as permitted in Sub-clause 2.1.3 ;
- unearthed conductive parts separated from parts at ELV or hazardous voltages by operational or 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 doors and covers open.

This requirement precludes the use in operator access areas of fuseholders, connectors, socket-outlets and the like which are unable to pass the following accessibility test with the test finger (Figure 10, page 165).

Protection shall be effected by insulation or by guarding or by the use of interlocks.

Compliance is checked :

- *by inspection ;*
- *by a test with the test finger (Figure 10) which shall not contact parts described above ;*
- *by a test with the test pin (Figure 11, page 167) which shall not contact bare parts at hazardous voltage when applied to apertures in an insulating or unearthed conductive electrical enclosure. The test pin is not applied to fuseholders, connectors, socket-outlets and the like.*

For the purpose of this test, an electrical enclosure treated with a non-conductive coating, for example painting or anodizing, is considered to be an insulating enclosure.

The test finger and the test pin shall be applied, without appreciable force, in every possible position, except that floor-standing equipment having a mass exceeding 40 kg shall not be tilted. Operator-detachable connectors shall be tested during and after disconnection.

Equipment intended for building-in, rack-mounting, or incorporation in larger equipment shall be tested with access to the equipment limited according to the method of mounting detailed by the manufacturer.

Apertures preventing the entry of the test finger (Figure 10) shall be further tested by means of a straight unjointed version of the test finger applied with a force of 30 N ; if this finger enters, the test with the finger (Figure 10) shall be repeated, the finger being pushed through the aperture if necessary.

An electrical contact indicator may be used to show contact. In such a case care should be taken to ensure that the application of the test does not damage components of electronic circuits.

If components are movable, for instance, for the purpose of 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 removed, if necessary, for this purpose.

2.1.3 Lorsque l'isolation du câblage interne sous TBT est accessible à l'opérateur, le câblage doit :

- ne pas être soumis à un risque de détérioration ou à une contrainte et ne pas nécessiter une manipulation par l'opérateur lorsque celui-ci effectue son travail normal ;
- être guidé et fixé de façon à ne pas toucher des parties métalliques accessibles non mises à la terre ;
- avoir une distance à travers l'isolation supérieure ou égale à 0,17 mm pour des tensions supérieures à 50 V efficaces (71 V valeur de crête ou tension continue) jusqu'à 250 V efficaces (350 V valeur de crête ou tension continue) et supérieure ou égale à 0,31 mm pour les tensions supérieures à 250 V efficaces (350 V valeur de crête ou tension continue). Les tensions mentionnées dans cet alinéa sont les tensions maximales à travers l'isolation en cas de défaillance de l'isolation principale ;
- supporter sur son isolation un essai de rigidité diélectrique avec une tension spécifiée pour l'isolation supplémentaire (voir paragraphe 5.3). La tension d'essai doit être en rapport avec la tension qui apparaît à travers l'isolation en cas de défaillance de l'isolation principale.

La vérification est effectuée par examen et, si nécessaire, par un essai.

2.1.4 Dans les zones d'accès pour l'entretien, des parties nues fonctionnant sous des tensions supérieures à 42,4 V valeur de crête, ou 60 V tension continue 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 de telles parties ne soient pas susceptibles de se produire au cours d'opérations d'entretien concernant d'autres parties du matériel.

Pour décider si un contact avec des parties nues est ou n'est pas susceptible de se produire, il y a lieu de tenir compte de la façon dont le personnel d'entretien a besoin d'accéder au-delà ou à proximité des parties nues pour intervenir sur d'autres parties.

Des précautions contre un contact involontaire par le personnel d'entretien ne sont pas exigées pour tout circuit secondaire y compris TBT fonctionnant sous des tensions inférieures à 42,4 V valeur de crête, ou 60 V tension continue (voir paragraphe 1.2.14.2).

Des parties nues qui présentent des risques de transfert d'énergie (voir paragraphe 2.1.5) doivent être situées, enfermées ou munies d'une barrière pour tenir compte de la possibilité d'un pontage involontaire par des matériaux conducteurs qui peuvent être présents pendant les opérations d'entretien.

Les protections requises doivent être aisément amovibles et remplaçables si leur enlèvement est nécessaire pour l'entretien des parties protégées.

La vérification est effectuée par examen.

2.1.5 Il ne doit pas y avoir de risques de transfert d'énergie dans une zone d'accès de l'opérateur.

La vérification est effectuée au moyen du doigt d'épreuve (figure 10, page 164) en position droite appliqué sans force appréciable. Il ne doit pas être possible de court-circuiter avec ce doigt d'épreuve deux parties nues, dont l'une peut être une partie conductrice mise à la terre, entre lesquelles existe un niveau d'énergie dangereux.

2.1.6 Les distances dans l'air derrière des enveloppes conductrices mises à la terre ou non doivent être suffisantes pour assurer qu'il n'y ait pas de risque de transfert d'énergie pendant les essais correspondants du paragraphe 4.2 nécessitant une force de 250 N, dans les matériels auxquels l'essai est applicable.

2.1.7 Les axes des boutons, des poignées, des leviers et des organes de manœuvre analogues ne doivent pas être à des tensions TBT ou à des tensions dangereuses.

La vérification est effectuée par examen.

2.1.3 Where the insulation of internal wiring at ELV is accessible to an operator, this wiring shall :

- not be subject to damage nor to stress, and shall not need to be handled by the operator in performing normal operator functions ;
- be routed and fixed so as not to touch unearthed accessible metal parts ;
- have distance through insulation not less than 0.17 mm for voltage over 50 V r.m.s. (71 V peak or d.c.) and up to 250 V r.m.s. (350 V peak or d.c.) and not less than 0.31 mm for voltage over 250 V r.m.s. (350 V peak or d.c.) where the voltages referred to are the maximum occurring across the insulation in case of failure of basic insulation ;
- withstand on its insulation an electric strength test with a voltage specified for supplementary insulation (see Sub-clause 5.3). The test voltage shall be related to the voltage which occurs across the insulation in case of failure of basic insulation.

Compliance is checked by inspection and, if necessary, by test.

2.1.4 In service access areas bare parts operating at more than 42.4 V peak, 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 equipment.

In deciding whether or not unintentional contact with bare parts would be likely, account should be taken of the way service personnel need to gain access past, or near to, the bare parts in order to service other parts.

Precautions against unintentional contact by service personnel are not required for any secondary circuits including ELV that operate at less than 42.4 V peak, or 60 V d.c. (see Sub-clause 1.2.14.2).

Bare parts that involve an energy hazard (see Sub-clause 2.1.5) shall be located, enclosed, guarded or provided with a barrier to take into account the possibility of unintentional bridging 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.

2.1.5 There shall be no energy hazard in operator access areas.

Compliance is checked by means of the test finger (Figure 10, page 165) in a straight position applied without appreciable force. It shall not be possible to bridge with this test finger two bare parts, one of which may be an earthed conductive part, between which a hazardous energy level exists.

2.1.6 Clearances behind earthed or unearthed conductive enclosures shall be adequate to ensure that no energy hazard arises during the relevant tests of Sub-clause 4.2 involving a force of 250 N, in equipment to which this test is applicable.

2.1.7 Shafts of operating knobs, handles, levers and the like shall not be at ELV or hazardous voltages.

Compliance is checked by inspection.

2.1.8 Les poignées, leviers, boutons de commande et les organes de manœuvres analogues conducteurs qui sont manœuvrés en usage normal et qui sont mis à la terre uniquement par un pivot ou par un roulement doivent être soit :

- séparés de tensions dangereuses à l'intérieur de l'élément constituant ou ailleurs, par des distances dans l'air et des lignes de fuite correspondant à une isolation double ou renforcée, soit
- protégés par une isolation supplémentaire recouvrant les parties accessibles.

La vérification est effectuée par examen et par les essais de rigidité diélectrique du paragraphe 5.3.2 qui sont applicables.

2.1.9 Les boîtiers conducteurs des condensateurs fonctionnant dans les circuits TBT ou à tension dangereuse ne doivent pas être reliés à des parties conductrices non mises à la terre dans les zones d'accès de l'opérateur et doivent être séparées de ces parties par une isolation supplémentaire ou du métal mis à la terre.

La vérification est effectuée par examen et, lorsque c'est nécessaire, par les essais des paragraphes 2.9 et 5.3.2 qui sont applicables.

2.1.10 Le matériel doit être conçu de façon qu'en un point externe de déconnexion de l'alimentation il n'y ait aucun risque de choc électrique dû à la charge des condensateurs reliés au circuit d'alimentation.

La vérification est effectuée par examen du matériel et des schémas des circuits correspondants en tenant compte de la possibilité de déconnexion de l'alimentation avec l'interrupteur Marche/Arrêt dans chacune des positions.

Le matériel doit être considéré comme conforme si tout condensateur de capacité nominale supérieure à 0,1 μ F et relié au circuit d'alimentation externe a un moyen de décharge résultant en une constante de temps inférieure ou égale à :

- 1 s pour les matériels du type A raccordés par prise de courant ;
- 10 s pour les matériels reliés à demeure et pour les matériels du type B raccordés par prise de courant

La constante de temps correspondante est le produit de la capacité effective en microfarads par la résistance effective de décharge en mégohms. Lorsqu'il est difficile de déterminer les valeurs de la capacité effective et de la résistance effective, une mesure de l'atténuation de la tension peut être utilisée. En une constante de temps la tension doit s'être abaissée à 37% de sa valeur initiale.

2.2 Isolation

2.2.1 L'isolation électrique doit être obtenue par l'un des moyens suivants ou la combinaison des deux :

- matériaux isolants solides ou stratifiés ayant une épaisseur appropriée et des lignes de fuite appropriées le long de leur surface ;
- des distances dans l'air appropriées.

2.2.2 Le choix et l'application des matériaux isolants doivent prendre en compte les contraintes électriques, thermiques et mécaniques et l'environnement de travail.

Ni le caoutchouc naturel ni les matériaux contenant de l'amiant, ne doivent être utilisés comme isolation.

Les matériaux hygroscopiques ne doivent pas être utilisés comme isolation.

La vérification est effectuée par examen. En cas de doute, la nature hygroscopique d'un matériau isolant doit être déterminée en soumettant l'élément constituant ou le sous-ensemble employant l'isolation en question, à l'épreuve hygroscopique du paragraphe 2.2.3.

2.1.8 Conductive handles, levers, control knobs and the like which are manually moved in normal use and which are earthed only through a pivot or bearing shall be either :

- separated from hazardous voltages within the component or elsewhere by creepage distances and clearances of double or reinforced insulation, or
- covered by supplementary insulation over accessible parts.

Compliance is checked by inspection and by the applicable electric strength tests of Sub-clause 5.3.2.

2.1.9 Conductive casings of capacitors operating in circuits at ELV or hazardous voltages shall not be connected to unearthed conductive parts in operator access areas and shall be separated from these parts by supplementary insulation or earthed metal.

Compliance is checked by inspection and, where necessary, by the applicable tests of Sub-clauses 2.9 and 5.3.2.

2.1.10 Equipment shall be so designed that at an external point of disconnection of the mains supply, there is no risk of electric shock from stored charge on capacitors connected to the mains circuit.

Compliance is checked by inspection of the equipment and relevant circuit diagrams, taking into account the possibility of disconnection of the supply with the On/Off switch in either position.

Equipment shall be considered to comply if any capacitor having a rated capacitance exceeding 0.1 μ F and connected to the external mains circuit, has a means of discharge resulting in a time-constant not exceeding :

- 1 s for pluggable equipment type A ;
- 10 s for permanently connected equipment and for pluggable equipment type B.

The relevant time-constant is the product of the effective capacitance in microfarads and the effective discharge resistance in megohms. Where it is difficult to determine the effective capacitance and resistance values, a measurement of voltage decay may be used. In one time-constant the voltage will have decayed to 37% of its original value.

2.2 Insulation

2.2.1 Electrical insulation shall be achieved by provision of either one of the following, or a combination of the two :

- solid or laminated insulating materials having adequate thickness and adequate creepage distances over their surfaces ;
- adequate clearances through air.

2.2.2 The choice and application of insulating materials shall take into account the needs for electrical, thermal and mechanical strength, and the working environment.

Neither natural rubber nor material containing asbestos shall be used as insulation.

Hygroscopic material shall not be used as insulation.

Compliance is checked by inspection. In case of doubt, the hygroscopic nature of an insulating material shall be determined by subjecting the component or sub-assembly employing the insulation in question to the humidity treatment of Sub-clause 2.2.3.

L'isolation doit ensuite être soumise à l'essai de rigidité diélectrique du paragraphe 5.3.2 ou de l'annexe C3, suivant ce qui s'applique, alors qu'elle est encore dans l'enceinte humide ou dans la pièce dans laquelle les échantillons ont été portés à la température prescrite.

- 2.2.3 *L'épreuve hygroscopique doit être effectuée pendant 48 h dans une enceinte ou dans une salle contenant de l'air avec une humidité relative comprise entre 91% et 95%. La température de l'air, en tout endroit où les échantillons peuvent être placés, doit être maintenue, à 1°C près, à une valeur quelconque appropriée t comprise entre 20°C et 30°C telle qu'il n'y ait pas production de condensation. Pendant ce traitement, l'élément constituant ou le sous-ensemble n'est pas mis sous tension.*

Avant l'épreuve hygroscopique, l'échantillon doit être porté à une température comprise entre t °C et $(t + 4)$ °C.

- 2.2.4 L'isolation dans le matériel doit satisfaire aux prescriptions de rigidité diélectrique du paragraphe 5.3 qui sont applicables, aux prescriptions pour les lignes de fuite, distances dans l'air et distances à travers l'isolation du paragraphe 2.9, et aux prescriptions pour les échauffements du paragraphe 5.1.

- 2.2.5 Pour déterminer les tensions d'essais, les lignes de fuite, les distances dans l'air et les distances à travers l'isolation pour une pièce d'isolation donnée, il faut tenir compte de deux paramètres :

- l'application (voir paragraphe 2.2.6) ;
- la tension de service (voir paragraphe 2.2.7).

- 2.2.6 L'application de l'isolation doit être considérée comme étant fonctionnelle, principale, supplémentaire, renforcée ou double.

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

Fonctionnelle :

- entre parties à des potentiels différents ;
- entre circuits TBT ou TBTS et parties conductrices mises à la terre.

Isolation principale :

- entre une partie sous tension dangereuse et une partie conductrice mise à la terre ;
- entre une partie sous tension dangereuse et un circuit TBTS dont l'intégrité repose sur sa mise à la terre ;
- entre un conducteur de l'alimentation primaire et l'écran mis à la terre ou le noyau d'un transformateur primaire ;
- comme un élément d'une double isolation.

Isolation supplémentaire :

- généralement, entre une partie accessible 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, ou
 - entre la masse du matériel et la surface d'un câble souple d'alimentation à l'endroit où le câble pénètre dans un matériel de classe II à enveloppe métallique, ou
 - entre un circuit TBT et une partie conductrice de la masse non mise à la terre.
- comme un élément d'une double isolation.

Isolation double ou renforcée :

- généralement entre une partie conductrice accessible non mise à la terre ou un circuit TBTS flottant, et un circuit primaire.

Si la double isolation est utilisée, les circuits TBT ou des parties conductrices non mises à la terre sont permises entre les deux couches pourvu que le niveau total d'isolation soit maintenu.

La double isolation peut avoir les couches principale et supplémentaire interverties.

The insulation shall then be subjected to the electric strength test of Sub-clause 5.3.2 or Clause C3, as appropriate, while still in the humidity cabinet, or in the room in which the samples were brought to the prescribed temperature.

2.2.3 Humidity treatment shall be carried out for 48 h in a cabinet or room containing air with a relative humidity of 91% to 95%. The temperature of the air, at all places where samples can be located, shall be maintained within 1°C of any convenient value t between 20°C and 30°C such that condensation does not occur. During this treatment the component or sub-assembly shall not be energized.

Before the humidity treatment the sample shall be brought to a temperature between t °C and $(t + 4)$ °C.

2.2.4 Insulation in equipment shall comply with the applicable electric strength requirements of Sub-clause 5.3, with the creepage distance, clearance and distance through insulation requirements of Sub-clause 2.9, and with the heating requirements of Sub-clause 5.1.

2.2.5 For the purpose of determining the test voltages, creepage distances, clearances and distance through insulation for a given piece of insulation, two parameters shall be considered :

- application (see Sub-clause 2.2.6) ;
- working voltage (see Sub-clause 2.2.7)

2.2.6 Application of insulation shall be considered to be operational, basic, supplementary, reinforced or double.

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

Operational :

- Between parts of different potential.
- Between ELV or SELV circuits and earthed conductive parts.

Basic :

- Between a part at hazardous voltage and an earthed conductive part.
- Between a part at hazardous voltage and an SELV circuit which relies on being earthed for its integrity.
- Between a primary power conductor and the earthed screen or core of a primary power transformer.
- As an element of double insulation.

Supplementary :

- Generally, between an accessible conductive part and a part which could assume a hazardous voltage in the event of a 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 surface of a flexible supply cord where the cord enters metal-encased Class II equipment,
 - between an ELV circuit and an unearthed conductive part of the body.
- As an element of double insulation.

Double or reinforced :

- Generally, between an unearthed accessible conductive part or a floating SELV circuit, and a primary circuit.

Where double insulation is used, ELV circuits or unearthed conductive parts are permitted between the two layers provided that the overall level of insulation is maintained.

Double insulation may have the basic and supplementary layers interchanged.

2.2.7 Pour déterminer la tension de service :

- lorsque la valeur efficace est utilisée, l'onde doit être supposée sinusoïdale ;

L'attention est attirée sur l'augmentation d'ondes non sinusoïdales rendant la supposition ci-dessus réellement incorrecte dans de nombreux cas. Dans de tels cas il convient d'utiliser des appareils de mesure donnant les vraies valeurs efficaces.

La révision de ce point est à l'étude.

- lorsque la valeur continue est utilisée, la valeur de crête de toute ondulation superposée doit être incluse ;
- les transitoires ne doivent pas être pris en compte ;
- la tension d'un circuit TBT ou TBTS ou d'un enroulement d'un transformateur ne doit pas être pris en compte ;

L'attention est attirée sur le fait que les tensions des circuits TBT et TBTS, bien que pouvant être négligées pour la détermination de la tension de service pour les distances dans l'air et les essais de rigidité diélectriques, doivent être prises en compte pour la détermination de la tension de service pour les lignes de fuite.

La révision de ce point est à l'étude.

- les parties conductrices accessibles non mises à la terre doivent être supposées l'être ;
- lorsqu'un enroulement d'un transformateur ou une autre partie est flottant c'est-à-dire n'est pas relié à un circuit qui fixe son potentiel par rapport à la terre, il doit être supposé relié à la terre au point par lequel la plus haute tension de service est obtenue ;
- lorsque la double isolation est utilisée, la tension de service à travers l'isolation principale doit être déterminée en imaginant un court-circuit à travers l'isolation supplémentaire et vice versa. Pour l'isolation entre les enroulements d'un transformateur, le court-circuit doit être supposé avoir lieu au point par lequel la plus haute tension de service est produite dans l'autre isolation ;
- pour l'isolation entre deux enroulements de transformateur, la plus haute tension entre deux points quelconques dans les deux enroulements doit être utilisée en tenant compte des tensions externes auxquelles les enroulements peuvent être reliés ;
- pour l'isolation entre un enroulement de transformateur et une autre partie, la tension la plus haute entre un point quelconque de l'enroulement et l'autre partie doit être utilisée ;
- les valeurs nominales de la tension d'alimentation du réseau doivent être utilisées.

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

2.3.1 Les circuits TBTS, dont l'opérateur peut toucher des parties non isolées, doivent présenter des tensions de contact sûres, à la fois dans les conditions normales de fonctionnement et après un premier défaut tel qu'une rupture d'une couche d'une isolation principale ou une défaillance d'un seul composant.

2.3.2 Dans un circuit unique TBTS ou dans des circuits TBTS interconnectés, la tension entre des parties quelconques accessibles du circuit ou entre une partie quelconque accessible du circuit et soit la terre soit la masse ne doit pas dépasser 42,4 V valeur de crête, ou 60 V tension continue dans les conditions normales.

2.3.3 Dans l'éventualité du premier défaut d'une isolation principale ou supplémentaire ou d'un élément constituant (à l'exclusion des éléments constituant à isolation double ou renforcée), les tensions dans des parties accessibles d'un circuit TBTS ne doivent pas être supérieures à 42,4 V valeur de crête, ou 60 V tension continue pendant plus de 0,2 s. De plus, une limite de 65 V, valeur de crête ou tension continue ne doit pas être dépassée.

2.2.7 For the purpose of determining working voltage :

- where the r.m.s. value is used, a sinusoidal a.c. waveform shall be assumed ;

Attention is drawn to the increasing occurrence of non-sinusoidal waveforms making the above assumption grossly incorrect in many cases. In such cases measuring instruments giving true r.m.s. values should be used.

Revision of this item is under consideration.

- where the d.c. value is used, the peak value of any superimposed ripple shall be included ;
- transients shall be disregarded ;
- the voltage of an ELV or SELV circuit or transformer winding shall be disregarded ;

Attention is drawn to the fact that although voltages of ELV and SELV circuits can be disregarded for determining the working voltage for clearances and electric strength tests, they have to be taken into account when determining the working voltage for creepage distances.

Revision of this item is under consideration.

- unearthed accessible conductive parts shall be assumed to be earthed ;
- where a transformer winding or other part is floating, i.e. not connected to a circuit which establishes its potential relative to earth, it shall be assumed to be earthed at the point by which the highest working voltage is obtained ;
- where double insulation is used, the working voltage across the basic insulation shall be determined by imagining a short-circuit across the supplementary insulation, and vice-versa. For insulation between transformer windings, the short-circuit shall be assumed to take place at the point by which the highest working voltage is produced in the other insulation ;
- for insulation between two transformer windings, the highest voltage between any two points in the two windings shall be used, taking into account external voltages to which the windings may be connected ;
- for insulation between a transformer winding and another part, the highest voltage between any point on the winding and the other part shall be used ;
- nominal values of mains supply voltage shall be used.

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

2.3.1 SELV circuits, whose uninsulated parts may be accessible to touch by operators, shall exhibit voltages safe to touch both under normal operating conditions and after a single fault, such as breakdown of a layer of basic insulation, or failure of a single component.

2.3.2 In a single SELV circuit or in interconnected SELV circuits, the voltage between any accessible circuit parts or between any accessible circuit part and either earth or body shall not exceed 42.4 V peak, or 60 V d.c., under normal conditions.

2.3.3 In the event of a single failure of basic or supplementary insulation or of a component (excluding components with double or reinforced insulation), the voltages in accessible parts of a SELV circuit shall not exceed 42.4 V peak, or 60 V d.c., for longer than 0.2 s. Moreover, a limit of 65 V peak or d.c. shall not be exceeded.

Une des méthodes suivantes doit être utilisée :

Méthode 1 séparation du circuit TBTS des parties sous tension dangereuse par une isolation double ou renforcée comme détaillé au paragraphe 2.3.4 ;

Méthode 2 séparation du circuit TBTS des autres circuits par un écran conducteur mis à la terre ou d'autres parties conductrices mises à la terre comme détaillé au paragraphe 2.3.5 (matériel de la classe I seulement) ;

Méthode 3 mise à la terre appropriée du circuit TBTS comme détaillé au paragraphe 2.3.6 (matériel de la classe I seulement) ;

Méthode 4 mise en place d'un moyen de protection qui empêche de dépasser les limites de tension, comme détaillé au paragraphe 2.3.7.

Les méthodes 1) et 2) peuvent être assurées par un transformateur de sécurité (voir paragraphe 1.5.3).

La méthode 1) peut être assurée par deux transformateurs séparés en tandem, l'un d'eux assurant l'isolation principale et l'autre l'isolation supplémentaire. Les deux transformateurs doivent ensemble suivre les principes de construction donnés à l'annexe C2 pour un transformateur de sécurité unique, en tenant compte de la tension dans le circuit intermédiaire.

Dans un circuit unique (par exemple les circuits transformateur-redresseur) il est possible que certaines parties satisfassent aux prescriptions pour les circuits TBTS et soient accessibles à l'opérateur, alors que d'autres parties ne le sont pas.

Des parties différentes d'un même circuit TBTS peuvent être protégées par des méthodes différentes, par exemple :

- méthode 2) dans un transformateur alimentant un redresseur à pont ;
- méthode 1) pour le circuit secondaire sous tension alternative ;
- méthode 3) à la sortie du redresseur à pont ;
- méthode 4) à une partie éloignée du circuit TBTS.

Pour les conditions normales, la limite de tension des circuits TBTS est la même que pour la TBT ; un circuit TBTS peut être considéré comme un circuit TBT avec une protection supplémentaire dans les conditions de défaut.

2.3.4 (*Méthode 1* du paragraphe 2.3.3) Lorsqu'un circuit TBTS est séparé des autres circuits par une isolation double ou renforcée seulement, une des méthodes suivantes doit être employée :

- assurer la séparation permanente par des barrières, par guidage ou fixation appropriées ;
- assurer l'isolation de tout le câblage interne adjacent concerné calculée pour la tension de service la plus élevée présente ;
- assurer l'isolation, soit sur le câblage du circuit TBTS soit sur celui des autres circuits, satisfaisant aux prescriptions d'isolement pour l'isolation supplémentaire ou renforcée, suivant ce qui s'applique, pour la tension de service la plus élevée présente ;
- assurer une couche supplémentaire d'isolation, lorsque c'est nécessaire, soit sur le câblage du circuit TBTS soit sur celui des autres circuits ;
- utiliser tout autre moyen assurant une isolation équivalente.

2.3.5 (*Méthode 2* du paragraphe 2.3.3) Lorsque des parties de circuits TBTS sont séparées de parties sous tension dangereuse par un écran mis à la terre ou par d'autres parties conductrices mises à la terre, les parties sous tension dangereuse doivent être séparées des parties mises à la terre par au moins une isolation principale. Les parties mises à la terre doivent satisfaire aux prescriptions du paragraphe 2.5.

2.3.6 (*Méthode 3* du paragraphe 2.3.3) Les parties des circuits TBTS protégées par mise à la terre doivent être reliées à la borne de terre de protection, de telle manière que les prescriptions du paragraphe 2.3.3 soient satisfaites par des impédances de circuit relatives ou par le fonction-

One of the following methods shall be used :

Method 1 separation of the SELV circuit from parts at hazardous voltage by double or reinforced insulation as detailed in Sub-clause 2.3.4 ;

Method 2 separation of the SELV circuit from other circuits by an earthed conductive screen or other earthed conductive parts, as detailed in Sub-clause 2.3.5 (Class I equipment only) ;

Method 3 adequate earthing of the SELV circuit as detailed in Sub-Clause 2.3.6 (Class I equipment only) ;

Method 4 provision of a means of protection which prevents the voltage limits from being exceeded, as detailed in Sub-clause 2.3.7.

Methods 1) and 2) can be provided by a safety isolating transformer (see Sub-clause 1.5.3).

Method 1) can be provided by two separate transformers in tandem, where one transformer provides basic insulation and the other transformer provides supplementary insulation. The two transformers should follow, as a pair, the principles of construction for a single safety isolating transformer in Clause C2, taking into account the voltage in the intermediate circuit.

In a single circuit, (e.g. transformer-rectifier circuit) it is possible for some parts to comply with the requirements for SELV circuits and to be operator accessible, while other parts are not.

Different parts of the same SELV circuit may be protected by different methods, for example :

- *method 2)* within a power transformer feeding a bridge rectifier ;
- *method 1)* for the a.c. secondary circuit ;
- *method 3)* at the output of the bridge rectifier ;
- *method 4)* at a remote part of the SELV circuit.

For normal conditions the SELV circuit voltage limit is the same for ELV ; a SELV circuit may be regarded as an ELV circuit with additional protection under fault conditions.

2.3.4 (*Method 1* of Sub-clause 2.3.3) Where a SELV circuit is separated from other circuits by double or reinforced insulation only, one of the following methods shall be employed :

- provide permanent separation by barriers, routing or fixing ;
- provide insulation of all adjacent wiring involved that is rated for the highest working voltage present ;
- provide insulation on either the wiring of the SELV circuit or that of the other circuits that meets the insulation requirements for supplementary or reinforced insulation, as appropriate, for the highest working voltage present ;
- provide an additional layer of insulation, where required, over either the wiring of the SELV circuit or that of the other circuits ;
- use any other means providing equivalent insulation.

2.3.5 (*Method 2* of Sub-clause 2.3.3) Where parts of SELV circuits are separated from parts at hazardous voltage by an earthed screen or other earthed conductive parts, the parts at hazardous voltage shall be separated from the earthed parts by at least basic insulation. The earthed parts shall comply with Sub-clause 2.5.

2.3.6 (*Method 3* of Sub-clause 2.3.3) Parts of SELV circuits protected by earthing shall be connected to the protective earth terminal in such a way that the requirements of Sub-clause 2.3.3 are met by relative circuit impedances or by the operation of a protective device or both. They shall

nement d'un dispositif de protection, ou les deux. Elles doivent être séparées des parties d'autres circuits non TBTS par au moins une isolation principale. Le circuit TBTS doit avoir une capacité de passage de courant suffisante pour assurer le fonctionnement du dispositif de protection.

Au Danemark, la méthode 3 n'est pas considérée comme acceptable.

2.3.7 (*Méthode 4* du paragraphe 2.3.3) Lorsque des circuits TBTS non reliés à la terre sont séparés d'autres circuits par une isolation principale seulement, une protection doit être prévue, lorsque c'est nécessaire, pour assurer que les prescriptions du paragraphe 2.3.3 sont satisfaites dans le cas d'une rupture de l'isolation principale.

Une telle protection peut être réalisée en utilisant des éléments constitutifs ou des circuits tels que des fusibles, des disjoncteurs, des protections électroniques de surtension ou des protections électroniques de surintensité.

En Autriche, au Danemark, en Finlande, en Norvège et en Suède, la méthode 4 n'est pas considérée comme acceptable.

2.3.8 Le matériel doit aussi être construit comme suit :

- Des moyens, autres que la pression exercée sur la borne doivent être prévus pour éviter tout pivotement des cosses et des terminaisons analogues qui réduirait les lignes de fuite et distances dans l'air entre les circuits TBTS et des parties sous tension dangereuse en dessous des valeurs minimales spécifiées.
- Dans les prises de courant multibroches et en tout point où un court-circuit peut se produire, des moyens doivent être prévus pour empêcher un contact entre des parties 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.
- Les parties non isolées sous tension dangereuse doivent être situées, ou protégées de façon à éviter un court-circuit accidentel sur les circuits TBTS, par exemple, par des outils ou des sondes d'essai utilisés par le personnel d'entretien.
- Les circuits TBTS ne doivent pas utiliser de connecteurs compatibles avec les connecteurs couverts par les Publications 83 ou 320 de la CEI.

2.3.9 Si les circuits TBTS sont connectés à d'autres circuits, ils doivent continuer à satisfaire aux prescriptions des paragraphes 2.3.2 et 2.3.3. Les circuits TBTS ne doivent être reliés électriquement à aucun circuit primaire (y compris le neutre) à l'intérieur du matériel.

2.4 *Circuits à limitation de courant*

2.4.1 Pour les fréquences ne dépassant pas 1 kHz, le courant permanent mesuré à travers une résistance non inductive de 2000 Ω connectée entre une partie accessible d'un circuit à limitation de courant et l'un des pôles du circuit à limitation de courant ou la terre, ne doit pas dépasser 0,7 mA, valeur de crête, en courant alternatif ou 2 mA en courant continu. Pour les fréquences supérieures à 1 kHz, la limite de 0,7 mA est multipliée par la valeur de la fréquence en kilohertz mais ne doit pas dépasser 70 mA crête.

2.4.2 Pour les parties accessibles dont la tension ne dépasse pas 450 V (valeur de crête ou tension continue) la capacité du circuit ne doit pas dépasser 0,1 μF .

2.4.3 Pour les parties accessibles dont la tension ne dépasse pas 15000 V valeur de crête ou tension continue, la décharge possible ne doit pas dépasser 45 μC .

2.4.4 Pour les parties accessibles dont la tension dépasse 15000 V valeur de crête ou tension continue, l'énergie de décharge ne doit pas dépasser 350 mJ.

also be separated from parts of other non-SELV circuits by at least basic insulation. The SELV circuit shall have adequate current-carrying capacity to ensure operation of the protective device.

In Denmark, Method 3 is not considered acceptable.

- 2.3.7 (*Method 4* of Sub-clause 2.3.3) Where unearthed SELV circuits are separated from other circuits by only basic insulation, protection shall be provided where necessary to ensure that the requirements of Sub-clause 2.3.3 are met in the event of failure of the basic insulation.

Such protection may be achieved by using components or circuits such as fuses, circuit breakers, electronic over-voltage protection or electronic over-current protection.

In Austria, Denmark, Finland, Norway and Sweden, Method 4 is not considered acceptable.

- 2.3.8 The equipment shall also be constructed as follows :

- Ring-tongue and similar termination shall be prevented from any pivoting that would reduce creepage distances and clearances between SELV circuits and parts at hazardous voltage below the specified minimum values.
- In multiway plugs and sockets and wherever shorting could otherwise occur, means shall be provided to prevent contact between parts at hazardous voltage and SELV circuits due to loosening of a terminal or breaking of a wire at a termination.
- Uninsulated parts at hazardous voltage shall be so located or guarded as to avoid accidental shorting to SELV circuits, for example by tools or test probes used by service personnel.
- SELV circuits shall not use connectors compatible with those specified in IEC Publications 83 or 320.

- 2.3.9 If SELV circuits are connected to other circuits they shall continue to comply with the requirements of Sub-clauses 2.3.2 and 2.3.3. SELV circuits shall not be conductively connected to any primary circuit (including the neutral) within the equipment.

2.4 *Limited current circuits*

- 2.4.1 For frequencies not exceeding 1 kHz, the steady-state current drawn through a non-inductive resistor of 2 000 Ω connected between an accessible part of a limited current circuit and either pole of the limited current circuit 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 accessible parts not exceeding 450 V peak or d.c., the circuit capacitance shall not exceed 0.1 μF .

- 2.4.3 For accessible parts not exceeding 15 000 V peak or d.c., the available stored charge shall not exceed 45 μC .

- 2.4.4 For accessible parts exceeding 15 000 V peak or d.c., the available energy shall not exceed 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 et en tenant compte de tout défaut qui peut être la conséquence directe de cette rupture ou de cette défaillance.

La séparation entre les parties accessibles des circuits à limitation de courant et les autres circuits doit être conforme à ce qui est décrit dans le paragraphe 2.3 pour les circuits TBTS.

La vérification est effectuée par examen et par des mesures.

2.5 Dispositions en vue de la mise à la terre

- 2.5.1 Les parties conductrices accessibles de matériels de la classe I, qui pourraient être portées à une tension dangereuse dans le cas d'un seul défaut d'isolement, doivent être reliées de façon sûre à une borne de terre de protection placée à l'intérieur du matériel.

Dans la zone d'accès pour l'entretien, il convient de relier à la borne de terre de protection les parties conductrices telles que châssis de moteurs, châssis électroniques, etc., qui pourraient présenter une tension dangereuse dans le cas d'un seul défaut d'isolement, ou, si ceci est impossible ou irréalisable, il y a lieu d'indiquer au personnel d'entretien, par une étiquette d'avertissement appropriée, que ces parties ne sont pas reliées à la terre et qu'il y a lieu, avant de les toucher, de vérifier qu'elles ne sont pas portées à des tensions dangereuses.

Cette prescription ne s'applique pas aux parties conductrices accessibles qui sont séparées des parties sous tension dangereuse par :

- des parties métalliques mises à la terre ;
- une isolation solide, un espace d'air ou une combinaison des deux, satisfaisant aux prescriptions pour l'isolation double ou renforcée.

De telles parties doivent être rigides et fixées de telle manière que les distances minimales soient maintenues pendant les essais à 10 N et à 30 N du paragraphe 2.9.2 et les essais à 250 N du paragraphe 4.2.3.

- 2.5.2 Le matériel de la classe II ne doit pas comporter de disposition en vue de la mise à la terre avec l'exception qu'il peut comporter un moyen de maintenir la continuité des circuits de mise à la terre des autres matériels d'un système. Si le matériel de la classe II a une connexion de terre pour des raisons fonctionnelles, le circuit de mise à la terre fonctionnelle doit être séparé des parties sous tension dangereuse par une isolation double ou renforcée.

Au Danemark, une déviation nationale s'appliquera.

La vérification est effectuée par examen et par les prescriptions des paragraphes 2.5.11 et 5.3 qui sont applicables.

- 2.5.3 Les conducteurs de protection ne doivent comporter ni interrupteur ni fusible.
- 2.5.4 Si un système comporte des matériels de la classe I et des matériels de la classe II, l'interconnexion des matériels doit être telle que la mise à la terre soit assurée pour tous les équipements de la classe I, quelle que soit la façon dont les unités sont disposées dans le système.
- 2.5.5 Les conducteurs de protection peuvent être nus ou isolés. S'ils sont isolés, la couleur de l'isolation doit être le vert/jaune, sauf dans les deux cas suivants :
- a) pour les tresses de mise à la terre, l'isolation peut être vert/jaune ou transparente,
 - b) pour les conducteurs de protection internes dans des assemblages tels que câbles en rubans, barres omnibus, câblage imprimés souples, etc., toute couleur est acceptable pourvu qu'il ne risque pas d'y avoir une mauvaise interprétation sur l'emploi du conducteur.
- 2.5.6 Les connexions de terre de protection doivent être telles que la déconnexion du conducteur de terre d'un ensemble n'interrompe pas la continuité de la mise à la terre vers d'autres ensembles, s'il risque d'en résulter un danger.

- 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, together with any faults which are the direct consequence of such breakdown or failure.

Segregation of accessible parts of limited current circuits from other circuits shall be as described in Sub-clause 2.3 for SELV circuits.

Compliance is checked by inspection and measurement.

2.5 Provisions for protective earthing

- 2.5.1 Accessible conductive parts of Class I equipment which might assume a hazardous voltage in the event of a single insulation fault shall be reliably connected to a protective earthing terminal within the equipment.

In service access areas, conductive parts such as motor frames, electronic chassis etc., which might assume a hazardous voltage in the event of a single insulation fault, either should be connected to the protective earthing terminal or, if this is impossible or impracticable, a suitable warning label should indicate to service personnel that such parts are not earthed and should be checked for hazardous voltages before being touched.

This requirement does not apply to accessible conductive parts that are separated from parts at hazardous voltage by :

- earthed metal parts, or
- solid insulation or an air gap, or a combination of the two, meeting the requirements for double or reinforced insulation.

Such parts shall be so fixed and so rigid that the minimum distances are maintained during the 10 N and 30 N tests of Sub-clause 2.9.2 and the 250 N tests of Sub-clause 4.2.3.

- 2.5.2 Class II equipment shall have no provision for protective earthing except that it may be provided with a means for maintaining the continuity of protective earthing circuits to other equipment in a system. If Class II equipment has an earth connection for functional purposes, the functional earth circuit shall be separated from parts at hazardous voltages by double or reinforced insulation.

In Denmark, a national deviation will apply.

Compliance is checked by inspection and by the applicable requirements of Sub-clauses 2.5.11 and 5.3.

- 2.5.3 Protective earthing conductors shall not contain switches or fuses.
- 2.5.4 If a system comprises Class I and Class II equipment, interconnection of the equipment shall be such that earthing connection is assured for all Class I equipment regardless of the arrangement of equipment in the system.
- 2.5.5 Protective earthing conductors may be bare or insulated. If insulated the insulation shall be green/yellow except in the following two cases :
- a) for earthing braids, the insulation shall be either green/yellow or transparent ;
 - b) for internal protective conductors in assemblies such as ribbon cables, busbars, flexible printed wiring etc., any colour may be used provided that no misinterpretation of the use of the conductor is likely to arise.
- 2.5.6 Protective earth connections shall be such that disconnection of a protective earth at one assembly does not break the protective earthing connection to other assemblies, if this might cause hazard.

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

2.5.8 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 protègent, à moins que la tension dangereuse sur cette pièce ne soit supprimée en même temps.

La vérification est effectuée par examen.

2.5.9 Les bornes de terre de protection pour des conducteurs d'alimentation fixes ou pour des câbles souples d'alimentation fixés à demeure doivent satisfaire aux prescriptions du paragraphe 3.3.

Les moyens de serrage de ces bornes, s'ils existent, doivent empêcher tout desserrage accidentel des conducteurs.

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 constructions, 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.

2.5.10 Les parties conductrices en contact avec les connexions de terre de protection ne doivent pas être sujets à une corrosion significative causée par une réaction électrochimique, dans toutes les conditions d'environnement concernant le fonctionnement, le magasinage et le transport suivant les spécifications du constructeur. Les combinaisons placées au-dessus de la ligne dans l'annexe K doivent être évitées.

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.

La vérification est effectuée par examen et par référence au tableau des potentiels électrochimiques (annexe K).

2.5.11 La résistance de la connexion entre la borne de terre ou le contact de terre et les parties qui doivent être mises à la terre ne doit pas dépasser $0,1 \Omega$.

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 mise à la terre. La tension d'essai ne doit pas dépasser 12 V et le courant d'essai peut être soit alternatif soit continu mais pas supérieur à 25 A.

La chute de tension entre la borne de terre ou le contact de terre et la partie à mettre à la terre, doit être mesurée et la résistance est calculée à partir du courant et de cette chute de tension. La résistance du conducteur de protection du câble d'alimentation n'est pas comprise dans la mesure de la résistance.

Sur le matériel dans lequel la liaison de la terre de protection à un sous-ensemble ou à une unité séparée est réalisée au moyen d'un conducteur d'un câble multiconducteur qui assure également l'alimentation de ce sous-ensemble ou de cette unité à partir du réseau, la résistance du conducteur de protection dans ce câble ne doit pas être comprise dans la mesure de cette résistance. Cependant le câble doit être protégé par un dispositif de protection de caractéristiques nominales appropriées qui tient compte de l'impédance du câble.

- 2.5.7 If operator-removable parts have a protective 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.
- 2.5.8 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 protect unless hazardous voltage is removed from that part at the same time.

Compliance is checked by inspection.

- 2.5.9 Protective earthing terminals for fixed supply conductors or for non-detachable power supply cords shall comply with the requirements of Sub-clause 3.3.

The clamping means, if any, of such terminals shall prevent accidental loosening of the conductor.

Compliance is checked by inspection and manual test.

In general, the designs commonly used for current-carrying terminals, other than some terminals of the pillar type, provide sufficient resilience 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.

- 2.5.10 Conductive parts in contact at protective earth connections shall not be subject to significant corrosion due to electro-chemical action in any working, storage or transport environment conditions as specified in the manufacturer's instructions. Combinations above the line in Appendix K shall be avoided.

The protective earthing terminal shall be resistant to significant corrosion.

Corrosion resistance may be achieved by a suitable plating or coating process.

Compliance is checked by inspection and by reference to the table of electro-chemical potentials (Appendix K).

- 2.5.11 The resistance of the connection between the earthing terminal or earthing contact, and parts required to be earthed, shall not exceed 0.1 Ω .

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 failure of basic insulation would make the earthed part live. The test voltage shall not exceed 12 V and the test current may be either a.c. or d.c. but not more than 25 A.

The voltage drop between the earthing terminal or earthing contact and the part 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 shall not be included in the resistance measurement.

On equipment where the protective earth connection to a sub-assembly or to a separate unit is by means of one core of a multicore cable which also supplies mains power to that sub-assembly or unit, the resistance of the protective earthing conductor in that cable shall not be included in the resistance measurement. However, the cable shall be protected by a suitably rated protective device which takes into account the impedance of the cable.

Lorsque la protection d'un circuit TBTS est assurée par mise à la terre conformément au paragraphe 2.3.6, la résistance de $0,1 \Omega$ du chemin de mise à la terre s'applique entre le côté mis à la terre du circuit TBTS et la borne de terre ou le contact de mise à la terre et non du côté non mis à la terre du circuit TBTS.

On doit prendre soin que la résistance de contact entre l'extrémité de la sonde de mesure et la partie métallique en essai n'influence pas les résultats de l'essai.

2.6 Séparation de la source d'alimentation primaire

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

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

Les interrupteurs fonctionnels peuvent être utilisés comme dispositifs de sectionnement pourvu qu'ils satisfassent à toutes les prescriptions pour les dispositifs de sectionnement. Cependant, ces prescriptions ne sont pas applicables aux interrupteurs fonctionnels lorsque d'autres moyens de sectionnement sont prévus.

Des exemples de dispositifs de sectionnement sont :

- la fiche du câble souple d'alimentation ;
- un connecteur ;
- des interrupteurs sectionneurs ;
- des disjoncteurs ;
- tout dispositif équivalent offrant un degré de sécurité égal au degré procuré par les moyens précédents.

Les dispositifs de sectionnement conformes à la Publication 328 de la CEI : Interrupteurs et commutateurs pour appareils, sont des exemples de dispositifs considérés comme satisfaisant aux prescriptions de la présente norme.

2.6.3 Pour le matériel relié à demeure, le dispositif de sectionnement doit être incorporé dans le matériel, à moins que celui-ci ne soit accompagné d'une notice d'installation conforme au paragraphe 1.7.2 indiquant qu'un dispositif de sectionnement approprié doit être prévu comme partie de l'installation du bâtiment.

Il n'est pas nécessaire de fournir les dispositifs de sectionnement externes avec le matériel.

2.6.4 Les parties placées du côté alimentation d'un dispositif de sectionnement dans le matériel, qui restent sous tension lorsque le dispositif est coupé doivent être protégées par une barrière pour éviter un contact accidentel du personnel chargé de l'entretien.

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

2.6.6 Pour un matériel monophasé, le dispositif de sectionnement doit déconnecter les deux pôles simultanément avec l'exception qu'un dispositif de sectionnement unipolaire peut être utilisé pour sectionner le conducteur de phase lorsqu'il est possible d'être certain de l'identification du neutre dans l'alimentation électrique. Dans ce cas, des instructions doivent être données pour l'adjonction d'un dispositif de sectionnement bipolaire dans l'installation électrique lorsque le matériel est utilisé à un endroit où une identification du neutre dans le réseau d'alimentation n'est pas possible.

Les trois exemples suivants représentent des cas où un dispositif de sectionnement bipolaire est exigé :

- matériel alimenté à partir d'un schéma d'alimentation IT ;
- matériel alimenté par un connecteur ou par une fiche de prise de courant réversible (à moins que la fiche elle-même ne soit utilisée comme dispositif de sectionnement) ;
- matériel alimenté au travers d'un socle de polarité indéterminé.

When the protection of a SELV circuit is achieved by earthing in accordance with Sub-clause 2.3.6, the $0.1\ \Omega$ earth path resistance applies between the earthed side of the SELV circuit and the earthing terminal or earthing contact and not from the unearthed side of the SELV circuit.

Care shall be taken that the contact resistance between the tip of the measuring probe and the metal 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.

2.6.2 The 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.

Functional switches may serve as disconnect devices provided that they comply with all the requirements for disconnect devices. However, these requirements do not apply to functional switches where other means of isolation are provided.

Examples of disconnect devices are:

- the plug on the power supply cord,
- an appliance coupler,
- isolating switches,
- circuit breakers,
- any equivalent device offering a degree of safety equal to the above.

Some disconnect devices complying with IEC Publication 328: Switches for Appliances, are examples of those considered to comply with the requirements of this standard.

2.6.3 For permanently connected equipment the disconnect device shall be incorporated in the equipment, unless the equipment is accompanied by installation instructions in accordance with Sub-clause 1.7.2 stating that an appropriate disconnect device shall be provided as part of the building installation.

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

2.6.4 Parts on the supply side of a disconnect device in the equipment which remain energized when the disconnect device is switched off shall be guarded so as to prevent accidental contact by service personnel.

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

2.6.6 For single-phase equipment, the disconnect device shall disconnect both poles simultaneously, except that a single-pole disconnect device may be used to disconnect the phase conductor when it is possible to rely on the identification of the neutral in the mains supply. In this case, instructions shall be given for the provision of an additional two-pole disconnect device in the building installation when the equipment is used where identification of the neutral in the mains supply is not possible.

Three examples of cases where a two-pole disconnect device is required are:

- on equipment supplied from an IT power system;
- on pluggable equipment supplied through a reversible appliance coupler or a reversible plug (unless the plug itself is used as the disconnect device);
- on equipment supplied from a socket-outlet with indeterminate polarity.

- 2.6.7 Pour le matériel triphasé, le dispositif de sectionnement doit déconnecter simultanément tous les conducteurs de phase de l'alimentation et, pour le matériel destiné à être alimenté à partir d'un schéma d'alimentation IT, le conducteur de neutre.

Si un dispositif de sectionnement coupe le neutre, il doit déconnecter simultanément tous les conducteurs de phase.

- 2.6.8 Lorsque le dispositif de sectionnement est un interrupteur incorporé dans le matériel, ses positions Marche/Arrêt doivent être marquées conformément au paragraphe 1.7.8.

- 2.6.9 Lorsque une fiche sur le câble souple d'alimentation est utilisée comme dispositif de sectionnement, la notice d'installation doit être conforme au paragraphe 1.7.2.

- 2.6.10 Pour les matériels de la classe I, la fiche d'alimentation ou le connecteur, s'ils sont utilisés comme dispositifs de sectionnement, doivent assurer la connexion de la terre de protection avant celles de l'alimentation et doivent la couper après la coupure de celles de l'alimentation.

- 2.6.11 Lorsque un groupe d'unités munies de moyens de connexion individuels est interconnecté de telle manière qu'il est possible que des tensions dangereuses ou des niveaux d'énergie dangereux soient transmis entre unités, un dispositif de sectionnement doit être prévu pour couper les parties dangereuses susceptibles d'être touchées pendant l'entretien de l'unité considérée, 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 unité, donnant des instructions appropriées pour la coupure de toute l'alimentation de l'unité.

- 2.6.12 Lorsqu'une unité reçoit de l'énergie de plus d'une source (par exemple dans le cas de différentes tensions ou fréquences ou d'une alimentation multiple), un marquage doit être placé en évidence sur ou à proximité de chaque dispositif de sectionnement donnant des instructions appropriées pour la coupure de toute l'alimentation de l'unité.

Lorsqu'un matériel est équipé de plusieurs de ces dispositifs de sectionnement, tous ces dispositifs doivent être groupés ensemble.

Il n'est pas nécessaire que ces dispositifs aient une liaison mécanique.

- 2.6.13 *La vérification de la conformité aux prescriptions du paragraphe 2.6 est effectuée par examen.*

2.7 Protection contre les surintensités et les défauts à la terre dans les circuits primaires

- 2.7.1 Pour protéger contre les surintensités, les courts-circuits et les défauts à la terre dans les circuits primaires, les dispositifs de protection doivent être inclus soit comme parties intégrantes du matériel soit comme partie de l'installation du bâtiment, mais si celle-ci doit assurer la protection nécessaire, la notice d'installation doit être conforme au paragraphe 1.7.11.

Lorsqu'un matériel monophasé doit être relié à une prise de courant normalisée, l'installation du bâtiment est considérée comme fournissant cette protection en conformité avec les caractéristiques nominales de la prise et les instructions d'installation sont dispensées de la conformité au paragraphe 1.7.11.

La vérification est effectuée par examen.

- 2.7.2 Les dispositifs de protection doivent :

- fonctionner automatiquement à des valeurs de courant qui correspondent de façon satisfaisante aux caractéristiques de courant nominal de sécurité des circuits ;
- pouvoir couper de manière sûre le courant maximal de défaut susceptible de se présenter à moins qu'une protection en amont appropriée ne soit fournie comme partie intégrante du matériel ou ne soit spécifiée dans les instructions d'installation ;

2.6.7 For three-phase equipment, the disconnect device shall disconnect simultaneously all phase conductors of the supply, and for equipment to be supplied from an IT power system, the neutral conductor.

If a disconnect device interrupts the neutral conductor, it shall simultaneously interrupt all phase conductors.

2.6.8 Where the disconnect device is a switch incorporated in the equipment, its on and off positions shall be marked in accordance with Sub-clause 1.7.8.

2.6.9 Where a plug on the power supply cord is used as the disconnect device, the installation instructions shall comply with Sub-clause 1.7.2.

2.6.10 For Class I equipment, the supply plug or appliance coupler, if used as the disconnect device, shall make the protective earthing connection earlier than the supply connections and shall break it later than the supply connections.

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

2.6.12 Where a unit 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 unit.

When more than one such disconnect device is provided on a unit, all these devices shall be grouped together.

It is not necessary that the devices be mechanically linked.

2.6.13 *Compliance with the requirements of Sub-clause 2.6 is checked by inspection.*

2.7 *Overcurrent and earth fault protection in primary circuits*

2.7.1 To protect against excess current, short circuits and earth faults in primary circuits, protection devices shall be included either as integral parts of the equipment or as part of the building installation, but if reliance is placed on the building installation the installation instructions shall comply with Sub-clause 1.7.11.

Where single-phase equipment is to be connected to standard supply outlets, the building installation shall be regarded as providing this protection in accordance with the rating of the wall outlet and the installation instructions are exempt from compliance with Sub-clause 1.7.11.

Compliance is checked by inspection.

2.7.2 Protective devices 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, unless appropriate back-up protection is provided as an integral part of the equipment or is specified in the installation instructions,

- être construits et positionnés de façon que leur fonctionnement ne provoque pas un danger ;
- être construits et positionnés de façon que leurs caractéristiques ne soient pas affectées par les conditions normales de fonctionnement ;
- être correctement montés, par exemple si des positions de montage spéciales sont exigées.

Lorsque des dispositifs de protection sont utilisés dans plus d'un pôle d'une alimentation à une charge donnée, ces dispositifs doivent être positionnés ensemble.

La vérification est effectuée par examen.

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

2.7.3 Le nombre et l'emplacement des systèmes ou dispositifs de protection doivent être tels que soient détectés et interrompus les courants excessifs circulant dans tout chemin de courant correspondant à un défaut (par exemple entre phases, entre phase et neutre et, pour la classe I seulement, entre phase et conducteur de protection).

Dans les schémas d'alimentation IT, le neutre non mis à la terre est considéré comme un conducteur de phase.

Un marquage convenable doit être fourni, pour alerter le personnel d'entretien sur les dangers possibles, dans les conditions suivantes 1) et 2) :

- 1) lorsque les fusibles sont utilisés dans le neutre d'un matériel monophasé de la classe I relié à une alimentation polarisée, et
- 2) lorsque, après le fonctionnement des dispositifs de protection, les parties du matériel qui restent sous tension peuvent représenter un danger pendant l'entretien.

Le marquage suivant ou un marquage similaire est considéré comme convenable : «ATTENTION. Double pôle/fusible sur le neutre».

Dans une alimentation à une charge triphasée, si un dispositif de protection interrompt le conducteur de neutre, il doit également interrompre tous les autres conducteurs d'alimentation. Les dispositifs de protection unipolaire ne doivent donc pas être utilisés dans de tels cas.

La vérification est effectuée par examen et, lorsque c'est nécessaire, par simulation des conditions de défaut.

Des exemples du nombre minimum et de l'emplacement des fusibles ou des pôles de disjoncteurs lorsqu'ils font partie intégrante du matériel sont donnés dans le tableau I pour les matériels et sous-ensembles monophasés et dans le tableau II pour les matériels triphasés.

TABLEAU I

Dispositifs de protection dans les matériels et sous-ensembles monophasés

	Protection contre	Nombre minimal de coupe-circuit à fusibles ou de pôles de disjoncteur	Emplacement
Matériel destiné à être relié à toute alimentation	Défaut à la terre	2	Deux conducteurs
	Surintensité	1	L'un ou l'autre des conducteurs
Matériel destiné à être relié uniquement à des schémas d'alimentation avec neutre à la terre identifié de façon sûre	Défaut à la terre	1	Conducteur de phase
	Surintensité	1	L'un ou l'autre des conducteurs

- 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 correctly mounted, for example if special mounting positions are required.

Where protective devices are used in more than one pole of a supply to a given load, those devices shall be located together.

Compliance is checked by inspection.

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

2.7.3 Protection systems or devices shall be in such a number and so located as to detect and to interrupt the excessive current flowing in any possible fault current path (e.g. phase to phase, phase to neutral and, for Class I only, phase to protective earthing conductor).

In IT power systems the unearthed neutral is considered as a phase conductor.

Suitable warning shall be provided, to alert service personnel to a possible hazard, under the following conditions 1) and 2):

- 1) where fuses are employed in the neutral of Class I single phase equipment connected to a polarized supply ; and
- 2) where, after operation of the protective device, parts of the equipment that remain under voltage might represent a hazard during servicing.

The following or similar wording is regarded as suitable: "CAUTION. Double-pole/neutral fusing".

In a supply to a three-phase load, if a protective device interrupts the neutral conductor it shall also interrupt all other supply conductors. Single pole protective devices, therefore, shall not be used in such cases.

Compliance is checked by inspection and, where necessary, by simulation of fault conditions.

Examples of the minimum number and location of fuses or circuit breaker poles when they are an integral part of the equipment are given in Table I for single-phase equipment or sub-assemblies and in Table II for three-phase equipment.

TABLE I

Protective devices in single-phase equipment or sub-assemblies

	Protection against	Minimum number of fuses or circuit breaker poles	Location
Equipment to be connected to any supply	Earth faults	2	Both conductors
	Overcurrent	1	Either of the two conductors
Equipment to be connected only to power systems with earthed neutral reliably identified	Earth faults	1	Phase conductor
	Overcurrent	1	Either of the two conductors

TABLEAU II

Dispositifs de protection dans les matériels triphasés

Système d'alimentation	Nombre de conducteurs d'alimentation	Protection contre	Nombre minimum de coupe-circuit à fusibles ou de pôles de disjoncteur	Emplacement
Triphasé sans neutre	3	Défaut à la terre	3	Les trois conducteurs
		Surintensité	2	Deux des conducteurs
Avec neutre à la terre (TN/TT)	4	Défaut à la terre	3	Tous les conducteurs de phase
		Surintensité	3	Tous les conducteurs de phase
Avec neutre non mis à la terre	4	Défaut à la terre	4	Les quatre conducteurs
		Surintensité	3	Tous les conducteurs de phase

L'attention est appelée sur le fait que dans les schémas d'alimentation IT, en cas d'interruption du fusible neutre dans l'installation du bâtiment, les éléments constituant entre phase et neutre peuvent être soumis à des tensions supérieures à la normale : dans un tel cas, les prescriptions du paragraphe 4.4.2 relatives au risque de feu sont applicables.

2.8 Verrouillages de sécurité

2.8.1 Des verrouillages de sécurité doivent être prévus lorsque l'opérateur a accès à des zones présentant normalement des risques de danger dans le sens de la présente norme.

2.8.2 Les verrouillages de sécurité doivent être conçus de façon que le risque ait disparu avant que le couvercle, la porte, etc., ne se trouve dans une position quelconque permettant le contact du doigt d'épreuve (figure 10, page 164) avec des parties dangereuses.

Pour la protection contre les chocs électriques et les dangers de transfert d'énergie (voir paragraphe 2.1.5), l'enlèvement, l'ouverture ou le retrait du couvercle, de la porte, etc., doivent :

- nécessiter la mise hors tension préalable de telles parties, ou
- amorcer automatiquement la déconnexion de l'alimentation de telles parties, et abaisser en 2 s la tension à une valeur inférieure ou égale à 42,4 V valeur de crête, ou 60 V tension continue et le niveau d'énergie à une valeur inférieure à 20 J.

Pour une partie mobile qui continue son mouvement pendant un moment et qui continue à présenter un danger (par exemple un tambour de rotative), l'enlèvement, l'ouverture ou le retrait du couvercle, de la porte, etc., doivent :

- nécessiter la réduction préalable du mouvement à un niveau de sécurité acceptable, ou
- amorcer automatiquement la réduction du mouvement à un niveau de sécurité acceptable.

La vérification est effectuée par examen, par des mesures et par l'utilisation du doigt d'épreuve (figure 10).

2.8.3 Les verrouillages de sécurité doivent être conçus de telle façon qu'un retour par inadvertance du danger ne puisse se produire lorsque les couvercles, dispositifs de protection, portes, etc., ne sont pas en position fermée.

TABLE II
Protective devices in three-phase equipment

Power system	Number of supply conductors	Protection against	Minimum number of fuses or circuit breaker poles	Location
Three-phase without neutral	3	Earth faults	3	All three conductors
		Overcurrent	2	Any two conductors
With earthed neutral (TN/TT)	4	Earth faults	3	Each phase conductor
		Overcurrent	3	Each phase conductor
With unearthed neutral	4	Earth faults	4	All four conductors
		Overcurrent	3	Each phase conductor

Attention is drawn to the fact that, in IT power systems, in case of interruption of the neutral fuse in the building installation, components from phase to neutral can be subjected to higher than normal voltage: in such a case the requirements of Sub-clause 4.4.2 relative to fire risk apply.

2.8 Safety interlocks

2.8.1 Safety interlocks shall be provided where operator access involves areas normally presenting hazards in the meaning of this standard.

2.8.2 Safety interlocks shall be so designed that the hazard will be removed before the cover, door, etc. is in any position that will permit contact of the test finger (Figure 10, page 165) with hazardous parts.

For protection against electric shock and energy hazards, (see Sub-clause 2.1.5), removal, opening or withdrawal of the cover, door, etc., shall:

- necessitate previous de-energization of such parts, or
- automatically initiate disconnection of the supply to such parts, and reduce within 2 s the voltage to 42.4 V peak, or 60 V d.c., or less, and the energy level to less than 20 J.

For a moving part which will continue to move through momentum and will continue to present a hazard (e.g. a spinning print drum), removal, opening or withdrawal of the cover, door, etc., shall:

- necessitate previous reduction of movement to an acceptably safe level, or
- automatically initiate reduction of the movement to an acceptably safe level.

Compliance is checked by inspection, measurement and use of the test finger (Figure 10).

2.8.3 Safety interlocks shall be designed so that inadvertent reactivation of the hazard cannot occur when covers, guards, doors, etc. are not in the closed position.

Tout verrouillage accessible à l'opérateur qui peut être mis en fonctionnement au moyen du doigt d'épreuve normalisé (figure 10, page 164) est considéré comme étant susceptible de provoquer un retour par inadvertance du danger.

Il y a lieu de choisir les interrupteurs de verrouillage de sécurité en tenant compte des chocs mécaniques et des vibrations en fonctionnement normal de façon que ceux-ci ne provoquent pas un enclenchement malencontreux dans une position dangereuse.

La vérification est effectuée par examen et lorsque c'est nécessaire, par un essai avec le doigt d'épreuve (figure 10).

2.8.4 Un système de verrouillage de sécurité doit satisfaire à l'un des points a) et b) suivants :

a) une panne éventuelle du système de verrouillage ne créera pas un danger contre lequel une protection est prescrite ;

L'expression « une panne éventuelle du système de verrouillage » est destinée non seulement à couvrir les éléments constituant électromécaniques mais également à inclure par exemple la défaillance d'un dispositif unique à semi-conducteur avec toute défaillance ou mauvais fonctionnement qui peut en découler.

b) un examen du dispositif de verrouillage, du matériel, des schémas du circuit et des données disponibles permettra de conclure qu'une telle panne n'est susceptible ni de se produire pendant la vie normale du produit ni d'entraîner un risque grave.

La vérification est effectuée par examen et, dans le cas des dispositifs de verrouillage avec pièce mobile, en faisant fonctionner le dispositif de verrouillage 10 000 fois, en commutant la charge imposée dans l'application du commutateur dans le matériel sans défaillance autre que dans le cas de fonctionnement sûr.

Des systèmes de verrouillage simulés peuvent être utilisés pour les essais.

Pour les besoins des paragraphes 2.8.4 et 2.8.5, l'attention est appelée sur le fait qu'au Royaume-Uni, les autorités responsables de la législation concernant la protection du personnel contre l'exposition aux dangers ont une interprétation particulière de l'expression « risque grave ». La référence à ces autorités est essentielle.

2.8.5 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 ;
- réenclencher automatiquement le fonctionnement normal lorsque l'entretien est terminé ou doit empêcher le fonctionnement normal tant que le personnel d'entretien ne l'a pas réenclenché ;
- nécessiter un outil pour fonctionner lorsqu'il est situé dans les zones d'accès de l'opérateur, et ne doit pas pouvoir fonctionner avec le doigt d'épreuve ;
- ne pas contourner un verrouillage de sécurité contre un danger important à moins qu'un autre moyen sûr de protection de sécurité ne devienne efficace lorsque le verrouillage est ainsi contourné. Le matériel doit être conçu de façon que le verrouillage ne puisse être contourné tant que l'autre moyen de protection n'est pas entièrement en place et en état de fonctionner.

La vérification est effectuée par examen.

2.8.6 La distance d'ouverture des contacts d'un interrupteur de verrouillage mécanique ne doit pas être inférieure à celle du dispositif de sectionnement du primaire (voir paragraphe 2.6.2) s'il est situé dans le circuit primaire. Pour les autres circuits, la distance d'ouverture des contacts de l'interrupteur ne doit pas être inférieure aux valeurs de la distance dans l'air du tableau IV, du paragraphe 2.9.

La vérification est effectuée par examen et par des mesures.

Any accessible interlock which can be operated by means of the test finger (Figure 10, page 165) is considered as likely to cause inadvertent reactivation of the hazard.

Safety interlock switches should be selected taking into account the mechanical shock and vibration experienced in normal operation, so that this does not cause inadvertent switching to an unsafe condition.

Compliance is checked by inspection and where necessary by a test with the test finger (Figure 10).

2.8.4 A safety interlock system shall comply with either Item *a)* or Item *b)*, as follows :

a) the probable failure mode(s) of the interlock system will not create a hazard for which protection is required ;

The expression "probable failure mode(s) of the interlock system" is intended to cover not only electro-mechanical components but also to include, for example failure of a single semi-conductor device, together with any consequential failure or malfunction.

b) an assessment of the interlock means, equipment, circuit diagrams and available data will result in the conclusion that failure is not likely to occur during the normal life of the equipment, nor allow extreme hazard.

Compliance is checked by inspection and, for interlocks with moving parts, by cycling through 10 000 operations, switching the load imposed in the application of the switch in the equipment, without failure other than in a safe mode.

Simulated interlock systems may be used for tests.

For the purpose of Sub-clauses 2.8.4 and 2.8.5, attention is drawn to the fact that in the United Kingdom, authorities responsible for legislation dealing with protection of personnel from exposure to hazards have particular interpretation of the expression "extreme hazard". Reference to these authorities is essential.

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

- require an intentional effort to operate ;
- reset automatically to normal operation when servicing is complete, or shall prevent normal operation unless the service personnel have carried out restoration ;
- require a tool for operation when in operator access areas and shall not be operable with the test finger ;
- not bypass a safety interlock for an extreme hazard unless another reliable means of safety protection becomes effective when the interlock is thus bypassed. The equipment shall be designed such that the interlock cannot be bypassed until the other means of protection is fully in place and operational.

Compliance is checked by inspection.

2.8.6 The contact gap of a mechanical interlock switch shall be not less than that for the primary power disconnect device (see Sub-clause 2.6.2) if located in the primary circuit. For other circuits, the contact gap of the switch shall be not less than the clearance values in Table IV of Sub-clause 2.9.

Compliance is checked by inspection and measurement.

- 2.8.7 Dans le cas où la sécurité repose sur la partie mobile d'un système de verrouillage mécanique, il faut prendre des précautions pour s'assurer qu'elle n'est pas surchargée. Dans le cas où cette prescription n'est pas couverte par la conception de l'élément constituant, le surtrajet au-delà de la position de fonctionnement de la partie mobile doit être limitée à 50% du maximum, par exemple, par son montage ou son emplacement, ou par le réglage.

La vérification est effectuée par examen et par des mesures.

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

- 2.9.1 Les distances dans l'air doivent être dimensionnées conformément au paragraphe 2.9.2.

Les lignes de fuite doivent être dimensionnées conformément au paragraphe 2.9.3.

Les distances à travers l'isolation doivent être dimensionnées conformément au paragraphe 2.9.4.

Les prescriptions concernant les lignes de fuite et la rigidité diélectrique sont basées sur les surtensions transitoires prévues qui peuvent entrer dans le matériel à partir du réseau d'alimentation. Selon la Publication 664 de la CEI, la valeur de ces transitoires est déterminée par la tension d'alimentation normale et les dispositions d'alimentation. Ces dernières sont rangées en quatre groupes comme Catégories d'Installations I à IV (connues aussi comme Catégories de Surtension I à IV). Ce document admet la Catégorie d'Installation II aux bornes de l'alimentation du matériel.

Il convient de coordonner la conception d'une isolation solide et des distances dans l'air de telle façon que si une surtension transitoire incidente dépasse les limites de la Catégorie d'Installation II, l'isolation solide puisse supporter une tension supérieure à celle que supportent les distances dans l'air.

Il n'est pas permis de faire des extrapolations pour les lignes de fuite et distances dans l'air à moins que cela ne soit indiqué explicitement.

Pour l'isolation fonctionnelle, des lignes de fuite et des distances dans l'air inférieure à celles qui sont spécifiées, sont admises sous réserve que les prescriptions des points b) ou c) du paragraphe 5.4.4. soient satisfaites.

Si la ligne de fuite dérivée du tableau V est inférieure à la distance dans l'air applicable, la dimension pour la distance dans l'air doit être prise comme ligne de fuite minimale.

Une ligne de fuite est supérieure ou égale à une distance dans l'air.

Les valeurs pour le Degré de Pollution 1 sont applicables aux éléments constitutants et aux ensembles qui sont scellés afin d'empêcher l'entrée de la poussière et de l'humidité (voir paragraphe 2.9.6).

Les valeurs pour le Degré de Pollution 2 sont généralement applicables aux matériels couverts par le domaine d'application de la présente norme.

Les valeurs pour le Degré de Pollution 3 sont applicables lorsqu'un environnement interne local à l'intérieur du matériel est soumis à une pollution conductrice ou à une pollution sèche non conductrice qui pourrait devenir conductrice par suite de la condensation attendue.

Pour les schémas d'alimentation IT, la tension d'alimentation du réseau doit être considérée comme égale à la tension entre phases.

Les prescriptions données sont pour une isolation fonctionnant à des fréquences inférieures ou égales à 30 kHz. Elles peuvent être utilisées pour une isolation fonctionnant à des fréquences supérieures à 30 kHz jusqu'à ce que des données supplémentaires soient disponibles.

Les conditions suivantes sont applicables pendant la vérification de la conformité aux prescriptions des paragraphes 2.9.2 et 2.9.3.

Les parties mobiles doivent être placées dans la position la plus défavorable.

Pour le matériel équipé de câbles souples d'alimentation ordinaires fixés à demeure, les mesures de lignes de fuite doivent être effectuées avec des conducteurs d'alimentation de la plus forte section spécifiée au paragraphe 3.3.5 et aussi sans conducteurs.

- 2.8.7 Where the actuating part in a mechanical interlock system is relied upon for safety, precautions shall be taken to ensure that it is not overstressed. If this requirement is not covered by the design of the component, the over-travel beyond the operating position of the actuator shall be limited to 50% of the maximum, for example by its mounting or location, or by adjustment.

Compliance is checked by inspection and measurement.

2.9 Creepage distances, clearances and distances through insulation

- 2.9.1 Clearances shall be dimensioned in accordance with Sub-clause 2.9.2.

Creepage distances shall be dimensioned in accordance with Sub-clause 2.9.3.

Distances through insulation shall be dimensioned in accordance with Sub-clause 2.9.4.

Clearance and electric strength requirements are based on the expected overvoltage transients which may enter the equipment from the mains supply. According to IEC Publication 664, the magnitude of these transients is determined by the normal supply voltage and the supply arrangements. The latter are categorized into four groups as Installation Categories I to IV. (Also known as Overvoltage Categories I to IV). This standard assumes Installation Category II at the equipment supply terminals.

The design of solid insulation and clearances should be coordinated in such a way that if an incident overvoltage transient exceeds the limits of Installation Category II the solid insulation can withstand a higher voltage than the clearances.

Interpolation is not permitted for creepage distances or clearances, except where explicitly stated.

For operational insulation, creepage distances and clearances smaller than those specified in Sub-clause 2.9 are allowed subject to the requirements of Items *b)* or *c)* of Sub-clause 5.4.4.

If the creepage distance derived from Table V is less than the applicable clearance, then the dimension for clearance shall be used as the minimum creepage distance.

Creepage distance is greater than or equal to clearance.

The values for Pollution Degree 1 are applicable to components and assemblies which are sealed so as to exclude dust and moisture (see Sub-clause 2.9.6).

The values for Pollution Degree 2 are generally applicable to equipment covered by the scope of this standard.

The values for Pollution Degree 3 are applicable where a local internal environment within the equipment is subject to conductive pollution or to dry non-conductive pollution which could become conductive due to expected condensation.

For IT power systems, the mains supply voltage shall be considered as equal to the phase-to-phase voltage.

The requirements given are for insulation operating at frequencies up to 30 kHz. They may be used for insulation operating at frequencies over 30 kHz until additional data is available.

The following conditions are applicable during the assessment for compliance in accordance with Sub-clauses 2.9.2 and 2.9.3.

Movable parts shall be placed in the most unfavourable position.

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

Les distances à travers les fentes ou ouvertures dans les parties extérieures en matière isolante doivent être mesurées par rapport à une feuille conductrice appliquée sur la surface externe. Au sens du présent paragraphe les surfaces externes en matière isolante doivent être traitées comme si elles étaient recouvertes d'une feuille conductrice, la feuille étant tendue sur les ouvertures éventuelles, mais poussée dans les coins avec le doigt d'épreuve (figure 10, page 164).

2.9.2 Distances dans l'air

Les distances dans l'air dans les circuits primaires et dans les circuits secondaires doivent être dimensionnées conformément au tableau III et au tableau IV respectivement en tenant compte des conditions applicables spécifiées sous les tableaux.

Lorsqu'une tension continue est obtenue à partir d'une tension sinusoïdale alternative rectifiée et que la tension continue ne dépasse pas la valeur de crête de la tension alternative, les prescriptions concernant les distances dans l'air devraient être basées sur la valeur efficace de la tension alternative. En ce qui concerne l'isolation principale supplémentaire ou renforcée pour les circuits primaires, ce devrait être la tension d'alimentation du réseau.

TABEAU III
Distances dans l'air minimales pour l'isolation dans les circuits primaires et entre circuits primaires et secondaires (mm)

Tension de service de l'isolation (voir paragraphes 2.2.7) inférieure ou égale à tension efficace ou courant continu	Isolation principale et supplémentaire Isolation fonctionnelle (voir conditions 3 et 4)		Isolation renforcée	
	Degrés de pollution 1 et 2	Degré de pollution 3	Degrés de pollution 1 et 2	Degré de pollution 3
50 (voir condition 4)	0,4	1,0	—	—
150	1,0 (0,7)	1,3 (1,0)	2,0 (1,4)	2,6 (2,0)
300	2,0 (1,7)		4,0 (3,4)	
600	3,2 (3,0)		6,4 (6,0)	
1000	4,2		6,4	
2000			8,4	
5000			17,5	
7000			25	
10000			37	
20000			80	
30000			130	

Conditions applicables au tableau III

1. Ce tableau est applicable aux matériels qui ne seront soumis aux transitoires dépassant la Catégorie d'Installation II suivant la Publication 664 de la CEI. Lorsque des transitoires excessifs sont possibles, une protection supplémentaire peut être nécessaire dans le réseau d'alimentation du matériel ou de l'installation.
2. Les valeurs entre parenthèses sont applicables aux isolations principale, supplémentaire ou renforcée uniquement si la fabrication est soumise à un programme formel de contrôle de la qualité. En particulier, les isolations double et renforcée doivent être soumises à un essai de rigidité diélectrique à 100%.
3. Les valeurs entre parenthèses pour l'isolation principale sont applicables à l'isolation fonctionnelle sans l'essai de rigidité diélectrique à 100%.
4. Les valeurs pour 50 V sont applicables à l'isolation fonctionnelle seulement.
5. Pour les isolations principale, supplémentaire et renforcée, toutes les parties du circuit primaire sont supposées être à une tension au moins égale à la tension nominale d'alimentation par rapport à la terre.
6. Pour les tensions de service entre 2000 V et 30000 V, il est possible de procéder par interpolation entre les deux points les plus voisins.

Distances through slots or openings in external parts of insulating materials shall be measured to conductive foil in contact with the external surface. For the purpose of this sub-clause, external surfaces of insulating material shall be treated as though they were covered with a layer of conductive foil, the foil being stretched across any openings, but pressed into corners with the test finger (Figure 10, page 165).

2.9.2 Clearances

Clearances in primary circuits and secondary circuits shall be dimensioned in accordance with Table III and Table IV respectively taking into account the relevant conditions specified under the tables.

Where a d.c. voltage is produced by rectification of a sinusoidal a.c. voltage and the d.c. voltage does not exceed the peak value of the a.c. voltage, then the clearance requirements for the d.c. circuit should be based upon the r.m.s. value of the a.c. voltage. For basic, supplementary and reinforced insulation for primary circuits, this should be the mains supply voltage.

TABLE III
*Minimum clearances for insulation in primary circuits
and between primary and secondary circuits (mm)*

Insulation working voltage (see Sub-clause 2.2.7) up to and including V r.m.s or d.c.	Basic and supplementary insulation Operational insulation (see conditions 3 and 4)		Reinforced insulation	
	Pollution degree 1 and 2	Pollution degree 3	Pollution degree 1 and 2	Pollution degree 3
50 (see condition 4)	0.4	1.0	—	—
150	1.0 (0.7)	1.3 (1.0)	2.0 (1.4)	2.6 (2.0)
300	2.0 (1.7)		4.0 (3.4)	
600	3.2 (3.0)		6.4 (6.0)	
1000	4.2		6.4	
2000			8.4	
5000			17.5	
7000			25	
10000			37	
20000			80	
30000			130	

Conditions applicable to Table III

1. This table is applicable to equipment that will not be subject to transients exceeding Installation Category II according to IEC Publication 664. Where excessive transients are possible, additional protection might be necessary in the mains supply to the equipment or to the installation.
2. The values in parentheses are applicable to basic, supplementary or reinforced insulation only where manufacturing is subject to a formal quality control programme. In particular, double and reinforced insulation shall be subject to 100% electric strength testing.
3. The values for basic insulation in parentheses are applicable to operational insulation without the 100% electric strength testing.
4. The values for 50 V are applicable only to operational insulation.
5. For basic, supplementary and reinforced insulation, all parts of the primary circuit are assumed to be at not less than the nominal supply voltage with respect to earth.
6. For working voltages between 2 000 V and 30 000 V, interpolation may be used between the nearest two points.

Les distances dans l'air spécifiées 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, lorsque cette distance varie avec les contacts. Pour la distance entre les contacts des interrupteurs de verrouillage, les prescriptions du paragraphe 2.8.6 sont applicables.

TABLEAU IV

Distances dans l'air minimales dans les circuits secondaires (mm)

Tension de service de l'isolation inférieure ou égale à tension efficace ou courant continu	Circuits soumis à la catégorie d'installation I (voir condition 7)					Circuits non soumis à des surtensions transitoires ; degrés de pollution 1 et 2 seulement (voir condition 6)
	Tensions nominales du réseau d'alimentation		Tensions nominales du réseau d'alimentation		Tensions nominales du réseau d'alimentation	
	≤ 150 V		> 150 V ≤ 300 V		> 300 V ≤ 600 V	
	Degrés de pollution 1 et 2	Degré de pollution 3	Degrés de pollution 1 et 2	Degré de pollution 3	Degrés de pollution 1, 2 et 3	
50	0,7 (0,4)	1,3 (1,0)	1,0 (0,7)	1,3 (1,0)	2,0 (1,7)	0,4
100	0,7 (0,6)	1,3 (1,0)	1,0 (0,7)	1,3 (1,0)	2,0 (1,7)	0,7 (0,6)
150	0,9 (0,6)	1,3 (1,0)	1,0 (0,7)	1,3 (1,0)	2,0 (1,7)	0,9 (0,6)
200			1,4 (1,1)		2,0 (1,7)	1,1
300			1,9 (1,6)		2,0 (1,7)	1,4
500		2,5				
600		3,2				
1000		4,2				
2000		8,4				
5000		17,5				
7000		25				
10000		37				
20000		80				
30000		130				

Conditions applicables au tableau IV

1. Les valeurs du tableau sont applicables aux isolations fonctionnelle, principale et supplémentaire.
2. Pour les tensions de service inférieures ou égales à 300 V, les distances dans l'air minimales pour l'isolation renforcée doivent être le double des valeurs du tableau.
Pour les tensions de service supérieures à 300 V et inférieures ou égales à 1 000 V, la distance dans l'air minimale pour l'isolation renforcée doit être 5,0 mm.
Pour les tensions d'essai supérieures à 1 000 V, les distances dans l'air minimales pour l'isolation renforcée doivent être les valeurs indiquées dans le tableau.
3. Les valeurs entre parenthèses sont applicables aux isolations principale, supplémentaire ou renforcée uniquement si la fabrication est soumise à un programme formel de contrôle de la qualité. En particulier, les isolations double et renforcée doivent être soumises à un essai de rigidité diélectrique à 100%.
4. Les valeurs entre parenthèses sont applicables à l'isolation fonctionnelle sans l'essai de rigidité diélectrique à 100%.
5. Pour les tensions entre 2000 V et 30000 V, il est possible de procéder par interpolation entre les deux points les plus voisins.
6. Les valeurs sont applicables aux circuits secondaires en courant continu qui sont reliés de façon sûre à la terre et qui ont un filtrage capacitif qui limite à 10% l'ondulation de crête à crête de la tension continue.
7. Les circuits secondaires seront normalement de la Catégorie d'Installation I quand le primaire est de la Catégorie d'Installation II. Un circuit secondaire flottant doit être soumis aux prescriptions du tableau III applicables aux circuits primaires à moins qu'il ne soit séparé des circuits primaires par un écran métallique mis à la terre.
8. Il convient d'éviter que des câbles de signaux extérieurs introduisent dans les circuits secondaires des transitoires qui dépassent les limites de surtensions transitoires applicables, lorsque un danger peut en résulter.

The specified clearances are not applicable to the air gap between the contacts of thermostats, thermal cut-outs, overload protection devices, switches of microgap construction and similar components where the clearance varies with the contacts. For air gaps between the contacts of interlock switches the requirements of Sub-clause 2.8.6 are applicable.

TABLE IV
Minimum clearances in secondary circuits (mm)

Insulation working voltage up to and including V r.m.s. or d.c.	Circuits subject to Installation Category I (see condition 7)					Circuits not subject to transient overvoltage ; Pollution degree 1 and 2 only (see condition 6)
	Nominal mains supply voltage ≤ 150 V		Nominal mains supply voltage > 150 V ≤ 300 V		Nominal mains supply voltage > 300 V ≤ 600 V	
	Pollution degree 1 and 2	Pollution degree 3	Pollution degree 1 and 2	Pollution degree 3	Pollution degree 1, 2 and 3	
50	0.7 (0.4)	1.3 (1.0)	1.0 (0.7)	1.3 (1.0)	2.0 (1.7)	0.4
100	0.7 (0.6)	1.3 (1.0)	1.0 (0.7)	1.3 (1.0)	2.0 (1.7)	0.7 (0.6)
150	0.9 (0.6)	1.3 (1.0)	1.0 (0.7)	1.3 (1.0)	2.0 (1.7)	0.9 (0.6)
200	1.4 (1.1)		2.0 (1.7)		1.1	
300	1.9 (1.6)		2.0 (1.7)		1.4	
500	2.5					
600	3.2					
1000	4.2					
2000	8.4					
5000	17.5					
7000	25					
10000	37					
20000	80					
30000	130					

Conditions applicable to Table IV

- The values in the table are applicable to operational, basic and supplementary insulation.
- For working voltages up to and including 300 V, the minimum clearances for reinforced insulation shall be double the values in the table.
For working voltages above 300 V up to and including 1000 V, the minimum clearance for reinforced insulation shall be 5.0 mm.
For working voltages above 1000 V, the minimum clearances for reinforced insulation shall be the values in the table.
- The values in parentheses are applicable to basic, supplementary or reinforced insulation only where manufacturing is subject to a formal quality control programme. In particular double and reinforced insulation shall be subject to 100% electric strength testing.
- The values in parentheses are applicable to operational insulation without the 100% electric strength testing.
- For voltages between 2000 V and 30000 V, interpolation may be used between the nearest two points.
- The values are applicable to d.c. secondary circuits which are reliably connected to earth and have capacitive filtering which limits the peak-to-peak ripple to 10% of the d.c. voltage.
- Secondary circuits will normally be Installation Category I when the primary is Installation Category II. A floating secondary circuit shall be subject to the requirements for primary circuits in Table III unless separated from primary circuits by an earthed metal screen.
- External signal cables should be prevented from introducing into secondary circuits transients that exceed the applicable transient overvoltage limit, where they might result in a hazard.

Les valeurs sont les valeurs minimales que l'on doit appliquer après avoir pris en compte les tolérances de fabrication et la déformation qui peut survenir par suite de la manutention, des chocs et des vibrations susceptibles de se produire pendant la fabrication, le transport et l'utilisation normale.

La vérification est effectuée par des mesures en tenant compte des figures de l'annexe F et des conditions détaillées au paragraphe 2.9.1.

Au besoin, une force doit être appliquée en tout endroit des parties internes et sur l'extérieur des enveloppes conductrices, en vue de réduire les distances dans l'air pendant les mesures. La force doit avoir une valeur de :

- 10 N pour les parties internes ;
- 30 N pour les enveloppes.

La force doit être appliquée aux enveloppes au moyen d'un doigt d'épreuve rigide ayant des dimensions extérieures comme indiqué à la figure 10, page 164.

Les circuits ne doivent pas être soumis à des surtensions transitoires générées de l'intérieur dépassant les valeurs appropriées pour la tension d'alimentation et la Catégorie d'Installation.

Si les surtensions transitoires dépassent les tensions d'essai du paragraphe 5.3.2, il sera nécessaire de se référer à la Publication 664 de la CEI pour déterminer les limites transitoires.

Lorsque c'est nécessaire, la vérification est effectuée par des mesures.

2.9.3 Lignes de fuite

Les lignes de fuite ne doivent pas être inférieures aux valeurs minimales appropriées spécifiées dans le tableau V, en tenant compte des conditions applicables spécifiées sous le tableau.

La vérification est effectuée par des mesures en tenant compte des figures de l'annexe F et des conditions du paragraphe 2.9.1.

2.9.4 Sauf spécification contraire (voir paragraphes 2.1.3, 2.9.5 et 3.1.5), les distances à travers l'isolation doivent être dimensionnées suivant la tension de service et l'application de l'isolation (voir paragraphes 2.2.7 et 2.2.6) et en tenant compte de ce qui suit :

- pour les tensions de service ne dépassant pas 50 V (71 V valeur de crête ou courant continu), il n'y a pas de prescriptions d'épaisseur ;
- l'isolation supplémentaire doit avoir une épaisseur minimale de 0,4 mm ;
- l'isolation renforcée doit avoir une épaisseur minimale de 0,4 mm lorsqu'elle n'est pas soumise à une contrainte mécanique qui, à la température nominale de fonctionnement, serait susceptible d'entraîner une déformation ou une détérioration du matériau isolant.

Dans les conditions de contraintes mécaniques, l'épaisseur peut avoir à être augmentée pour satisfaire aux prescriptions des articles 4 et 5.

Les prescriptions ci-dessus ne sont pas applicables aux isolations en matériaux en couches minces sans tenir compte de leur épaisseur, pourvu que :

- elles soient utilisées à l'intérieur de l'enveloppe protectrice du matériel et ne soient pas soumises à une manipulation ou à une abrasion lors du service de l'opérateur ;
- pour l'isolation supplémentaire, au moins deux couches du matériau soient utilisées, dont une couche satisfait à l'essai de rigidité diélectrique pour l'isolation supplémentaire ; ou
- pour l'isolation renforcée, au moins trois couches du matériau soient utilisées, dont deux couches satisfont à l'essai de rigidité diélectrique pour l'isolation renforcée.

The values are the minimum values which shall be applied after taking account of manufacturing tolerances and deformation which can occur due to handling, shock and vibration likely to be encountered during manufacture, transport and normal use.

Compliance is checked by measurement taking into account the figures in Appendix F, subject to conditions detailed in Sub-clause 2.9.1.

If necessary, a force shall be applied to any point on internal parts and to the outside of conductive enclosures, in an endeavour to reduce the clearance while taking measurements. The force shall have a value of:

- 10 N for internal parts ;
- 30 N for enclosures.

The force shall be applied to enclosures by means of a rigid test finger having outline dimensions as in Figure 10, page 165.

Circuits shall not be subject to internally generated transient overvoltages exceeding the appropriate value for the mains supply voltage and installation category.

If the transient overvoltages exceed the test voltages in Sub-clause 5.3.2, reference to IEC Publication 664 will be necessary to determine the transient limits.

Where necessary compliance is checked by measurement.

2.9.3 Creepage distances

Creepage distances shall be not less than the appropriate minimum values specified in Table V taking into account the relevant conditions specified under the table.

Compliance is checked by measurement taking account of the figures in Appendix F and subject to the conditions in Sub-clause 2.9.1.

2.9.4 Unless otherwise specified (see Sub-clauses 2.1.3, 2.9.5 and 3.1.5), distance through insulation shall be dimensioned according to working voltage and to application of the insulation (see Sub-clauses 2.2.7 and 2.2.6) and as follows:

- for working voltages not exceeding 50 V (71 V peak or d.c.), there is no thickness requirement ;
- supplementary insulation shall have a minimum thickness of 0.4 mm ;
- reinforced insulation shall have a minimum thickness of 0.4 mm when not subject to any mechanical stress which, at nominal operating temperature, would be likely to lead to deformation or deterioration of the insulating material.

Under mechanical stress conditions, the thickness may have to be increased to comply with the requirements of Clauses 4 and 5.

The above requirements are not applicable to insulation in thin sheet materials irrespective of their thickness provided that :

- it is used within the equipment protective enclosure and is not subject to handling or abrasion during operator servicing ;
- for supplementary insulation, at least two layers of material are used, of which one layer will pass the electric strength test for supplementary insulation ; or
- for reinforced insulation, at least three layers of material are used, of which two layers will pass the electric strength test for reinforced insulation.

TABLEAU V
Lignes de fuite minimales (mm)

Tension de service inférieure ou égale à tension efficace ou courant continu	Isolation fonctionnelle principale et supplémentaire						
	Degré de pollution 1	Degré de pollution 2			Degré de pollution 3		
	Groupes de matériaux I, II, IIIa et IIIb	Groupes de matériaux I	II	IIIa et IIIb	Groupes de matériaux I	II	IIIa et IIIb
50	Utiliser les distances dans l'air appropriées du tableau III ou du tableau IV	0,6	0,9	1,2	1,5	1,7	1,9
100		0,7	1,0	1,4	1,8	2,0	2,2
125		0,8	1,1	1,5	1,9	2,1	2,4
150		0,8	1,1	1,6	2,0	2,2	2,5
200		1,0	1,4	2,0	2,5	2,8	3,2
250		1,3	1,8	2,5	3,2	3,6	4,0
300		1,6	2,2	3,2	4,0	4,5	5,0
400		2,0	2,8	4,0	5,0	5,6	6,3
600		3,2	4,5	6,3	8,0	9,6	10,0
1 000		5,0	7,1	10,0	12,5	14,0	16,0

Conditions applicables au tableau V

- Pour l'isolation renforcée, les valeurs pour les lignes de fuite sont le double des valeurs du tableau pour l'isolation principale.
- Si une ligne de fuite provenant du tableau V est inférieure à la distance dans l'air applicable provenant du tableau III ou du tableau IV suivant le cas, la valeur pour cette distance dans l'air doit être appliquée comme valeur minimale pour la ligne de fuite.
- Groupe de matériau I $600 \leq \text{IRC}$ (Indice de résistance au cheminement)

Groupe de matériau II $400 \leq \text{IRC} < 600$

Groupe de matériau IIIa $175 \leq \text{IRC} < 400$

Groupe de matériau IIIb $100 \leq \text{IRC} < 175$

Les valeurs du IRC se réfèrent aux valeurs obtenues par la méthode A de la Publication 112 de la CEI : Méthode pour déterminer les indices de résistance et de tenue au cheminement des matériaux isolants solides dans des conditions humides.
- Pour les tensions de service de 127, 208 et 415 V, les lignes de fuite correspondant à 125, 200 et 400 V peuvent être utilisées.
- Les lignes de fuite minimales égales aux distances dans l'air applicables peuvent être utilisées pour le verre, le mica, la céramique et des matériaux similaires.

A moins qu'un matériau identique ne soit utilisé pour chaque couche, il est essentiel que chacun des matériaux satisfasse séparément à ces prescriptions de rigidité diélectrique.

Pour les cartes imprimées utilisant une construction en fibres de verre, aucune épaisseur minimale n'est spécifiée, mais l'isolation renforcée doit comprendre au moins trois couches et l'isolation supplémentaire doit comprendre au moins deux couches. L'isolation globale doit satisfaire aux prescriptions appropriées de rigidité diélectrique du paragraphe 5.3.2.

Pour les autres cartes imprimées, l'épaisseur minimale à travers l'isolation, lorsqu'elle est utilisée comme isolation supplémentaire ou renforcée, doit être de 0,4 mm.

La vérification est effectuée par des mesures et, si spécifié, par les essais de rigidité diélectrique.

- 2.9.5 Pour les cartes imprimées dont les conducteurs sont revêtus d'un enduit approprié, les distances minimales de séparation du tableau VI sont applicables aux conducteurs avant qu'ils ne soient revêtus en tenant compte des prescriptions suivantes :

TABLE V
Minimum creepage distances (mm)

Working voltage up to and including V r.m.s. or d.c.	Operational, basic and supplementary insulation					
	Pollution degree 1	Pollution degree 2			Pollution degree 3	
	Material group I, II, IIIa and IIIb	I	II	IIIa and IIIb	I	II IIIa and IIIb
50	Use the appropriate clearance from Table III or Table IV	0.6	0.9	1.2	1.5	1.7 1.9
100		0.7	1.0	1.4	1.8	2.0 2.2
125		0.8	1.1	1.5	1.9	2.1 2.4
150		0.8	1.1	1.6	2.0	2.2 2.5
200		1.0	1.4	2.0	2.5	2.8 3.2
250		1.3	1.8	2.5	3.2	3.6 4.0
300		1.6	2.2	3.2	4.0	4.5 5.0
400		2.0	2.8	4.0	5.0	5.6 6.3
600		3.2	4.5	6.3	8.0	9.6 10.0
1 000		5.0	7.1	0.0	12.5	14.0 16.0

Conditions applicable to Table V

- For reinforced insulation, the values for creepage distances are twice the values in the table for basic insulation.
- If the creepage distance derived from Table V is less than the applicable clearance from Table III or Table IV as appropriate, then the value for that clearance shall be applied as the value for the minimum creepage distance.
- Material group I $600 \leq \text{CTI}$ (Comparative Tracking Index)
Material group II $400 \leq \text{CTI} < 600$
Material group IIIa $175 \leq \text{CTI} < 400$
Material group IIIb $100 \leq \text{CTI} < 175$
The CTI rating refers to the value obtained in accordance with Method A, IEC Publication 112: Method for Determining the Comparative and the Proof Tracking Indices of Solid Insulating Materials under Moist Conditions.
- For working voltages of 127, 208 and 415 V, creepage distances corresponding to 125, 200 and 400 V may be used.
- Minimum creepage distances equal to the applicable clearance may be used for glass, mica, ceramic or similar materials.

Unless identical material is used for each layer, it is essential for each material separately to comply with these electric strength requirements.

For printed boards employing glass fibre construction, no minimum thickness is specified, but reinforced insulation shall comprise not less than three layers and supplementary insulation shall comprise not less than two layers. The overall insulation shall withstand the appropriate electric strength requirements of Sub-clause 5.3.2.

For other boards, the minimum thickness through insulation, when used as supplementary or reinforced insulation, shall be 0.4 mm.

Compliance is checked by measurement and, where specified, by electric strength tests.

- 2.9.5 For printed boards whose conductors are coated with a suitable coating material, the minimum separation distances of Table VI are applicable to conductors before they are coated, subject to the following requirements.

L'une ou l'autre des deux ou les deux parties conductrices, et au minimum 80% de la distance sur la surface entre les parties conductrices, doivent être revêtues. Entre deux parties conductrices non revêtues quelconques et sur la face extérieure du revêtement, les distances minimales des tableaux III, IV et V s'appliquent.

Les valeurs du tableau VI doivent être utilisées seulement si la fabrication est soumise à un programme formel de contrôle de la qualité. En particulier, les isolations double et renforcée doivent être soumises à un essai de rigidité diélectrique à 100%.

En cas de non-satisfaction aux conditions ci-dessus, les prescriptions des paragraphes 2.9.2 et 2.9.3 doivent s'appliquer.

TABLEAU VI

Distances minimales d'isolation pour les cartes imprimées revêtues (mm)

Tension de service Tension efficace ou courant continu	Isolation fonctionnelle, principale ou supplémentaire	Isolation renforcée
Jusqu'à 60 inclus	0,1	0,2
Au-dessus de 60 à 125 inclus	0,2	0,4
Au-dessus de 125 à 160 inclus	0,3	0,6
Au-dessus de 160 à 200 inclus	0,4	0,8
Au-dessus de 200 à 250 inclus	0,6	1,2
Au-dessus de 250 à 320 inclus	0,8	1,6
Au-dessus de 320 à 400 inclus	1,0	2,0
Au-dessus de 400 à 500 inclus	1,3	2,6
Au-dessus de 500 à 630 inclus	1,8	3,6
Au-dessus de 630 à 800 inclus	2,4	4,8
Au-dessus de 800 à 1000 inclus	3,2	5,0
Au-dessus de 1000 à 1250 inclus	4,2	5,0
Au-dessus de 1250 à 1600 inclus	5,6	5,6
Au-dessus de 1600 à 2000 inclus	7,5	7,5
Au-dessus de 2000 à 2500 inclus	10,0	10,0
Au-dessus de 2500 à 3200 inclus	12,5	12,5
Au-dessus de 3200 à 4000 inclus	16,0	16,0
Au-dessus de 4000 à 5000 inclus	17,5	17,5

Le mode de revêtement, le matériau du revêtement et le matériau de base doivent être tels qu'une qualité uniforme soit assurée et que les distances d'isolation considérées soient effectivement protégées.

La vérification est effectuée par les mesures, en tenant compte des figures F12 et F13 et par les séries d'essais suivantes.

Essais préliminaires

Trois cartes échantillons (ou, pour le paragraphe 2.9.8 deux éléments constitutants et une carte) identifiées comme cartes échantillons n° 1, 2 et 3 sont nécessaires. Elles doivent être chacune représentatives des séparations minimales utilisées et doivent être revêtues. Elles doivent être soumises à la séquence totale des opérations de fabrication, y compris le soudage et le nettoyage, auxquelles les cartes sont normalement soumises pendant l'assemblage du matériel.

Lors de l'examen visuel, elles ne doivent présenter ni « trou d'épingle » ni bulles dans le revêtement ni signes de rupture des pistes conductrices aux coins.

Des cartes réelles, ou des échantillons fabriqués spécialement avec les séparations minimales représentatives, peuvent être utilisées.

Either one or both conductive parts and at least 80% of the distances over the surface between the conductive parts shall be coated. Between any two uncoated conductive parts and over the outside of the coating, the minimum distances in Tables III, IV or V apply.

The values in Table VI shall be used only if manufacturing is subject to a formal quality control programme. In particular double and reinforced insulation shall be subject to 100% electric strength testing.

In default of the above conditions, the requirements of Sub-clauses 2.9.2 and 2.9.3 shall apply.

TABLE VI
Minimum separation distances for coated printed boards (mm)

Working voltage V r.m.s. or d.c.	Operational, basic or supplementary insulation	Reinforced insulation
Up to and including 60	0.1	0.2
Over 60 up to and including 125	0.2	0.4
Over 125 up to and including 160	0.3	0.6
Over 160 up to and including 200	0.4	0.8
Over 200 up to and including 250	0.6	1.2
Over 250 up to and including 320	0.8	1.6
Over 320 up to and including 400	1.0	2.0
Over 400 up to and including 500	1.3	2.6
Over 500 up to and including 630	1.8	3.6
Over 630 up to and including 800	2.4	4.8
Over 800 up to and including 1000	3.2	5.0
Over 1000 up to and including 1250	4.2	5.0
Over 1250 up to and including 1600	5.6	5.6
Over 1600 up to and including 2000	7.5	7.5
Over 2000 up to and including 2500	10.0	10.0
Over 2500 up to and including 3200	12.5	12.5
Over 3200 up to and including 4000	16.0	16.0
Over 4000 up to and including 5000	17.5	17.5

The coating process, the coating material and the base material shall be such that uniform quality is assured and the separation distances under consideration are effectively protected.

Compliance is checked by measurement taking into account Figures F12 and F13 in Appendix F and by the following series of tests.

Preliminary tests

Three sample boards (or, for Sub-clause 2.9.8, two components and one board) identified as samples No. 1, 2 and 3 are required. They shall each be representative of the minimum separations used, and shall be coated. They shall be subjected to the full sequence of manufacturing processes, including soldering and cleaning, to which they are normally subjected during equipment assembly.

When visually inspected, they shall show no evidence of pinholes or bubbles in the coating or breakthrough of conductive tracks at corners.

Either actual boards, or specially produced samples with representative minimum separations, may be used.

Essai de cycles thermiques

L'échantillon n° 1 doit être soumis dix fois au cycle thermique suivant :

68 h à $100 \pm 2^\circ\text{C}$

1 h à $25 \pm 2^\circ\text{C}$

2 h à $0 \pm 2^\circ\text{C}$

1 h à $25 \pm 2^\circ\text{C}$

Essai de vieillissement thermique

L'échantillon n° 2 doit être soumis à une température de $130 \pm 2^\circ\text{C}$ pendant 1000 h.

Essai de rigidité diélectrique

Les échantillons n° 1 et n° 2 doivent ensuite être soumis à l'épreuve hygroscopique du paragraphe 2.2.3 (traitement de 48 h) puis satisfaire à l'essai de rigidité diélectrique entre conducteurs applicable du paragraphe 5.3.2.

Essai de résistance à l'abrasion

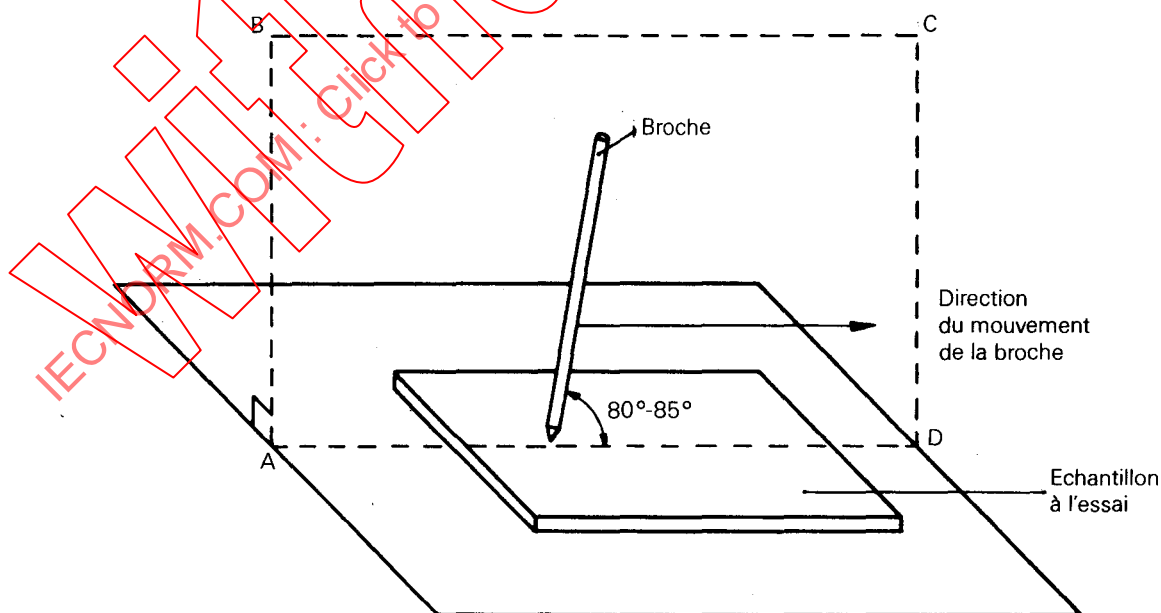
La carte échantillon n° 3 doit être soumise à l'essai suivant.

Des rayures doivent être faites à travers cinq paires de parties conductrices et les séparations intermédiaires aux points où les séparations seront soumises à la différence de potentiel maximale pendant les essais.

Les rayures doivent être faites au moyen d'une broche d'acier trempé dont l'extrémité a la forme d'un cône ayant un angle au sommet de 40° , la pointe étant arrondie et polie avec un rayon de $0,25 \pm 0,02$ mm.

Les rayures sont faites en déplaçant la broche sur la surface dans un plan perpendiculaire aux conducteurs à une vitesse de 20 ± 5 mm/s comme indiqué sur la figure 1. La broche appuyée de telle sorte que la force exercée suivant son axe soit de $10 \pm 0,5$ N. Les rayures doivent être distantes d'au moins 5 mm et sont à au moins 5 mm du bord de l'échantillon.

Après cet essai, la couche de revêtement ne doit ni s'être relâchée ni s'être percée et elle doit satisfaire à un essai de rigidité diélectrique, entre les conducteurs, comme spécifié au paragraphe 5.3.3.



313/86

La broche est dans le plan ABCD qui est perpendiculaire à l'échantillon mis à l'essai.

FIG. 1. – Essai de résistance à l'abrasion pour les couches de revêtement.

Thermal cycling test

Sample No. 1 shall be subjected ten times to the following sequence of temperature cycles :

68 h at $100 \pm 2^\circ\text{C}$

1 h at $25 \pm 2^\circ\text{C}$

2 h at $0 \pm 2^\circ\text{C}$

1 h at $25 \pm 2^\circ\text{C}$

Thermal ageing test

Sample No. 2 shall be subjected to a temperature of $130 \pm 2^\circ\text{C}$ for 1000 h.

Electric strength test

Samples Nos. 1 and 2 shall then be subjected to the humidity treatment of Sub-clause 2.2.3 (48 h treatment) and shall then withstand between conductors the relevant electric strength test of Sub-clause 5.3.2.

Abrasion resistance test

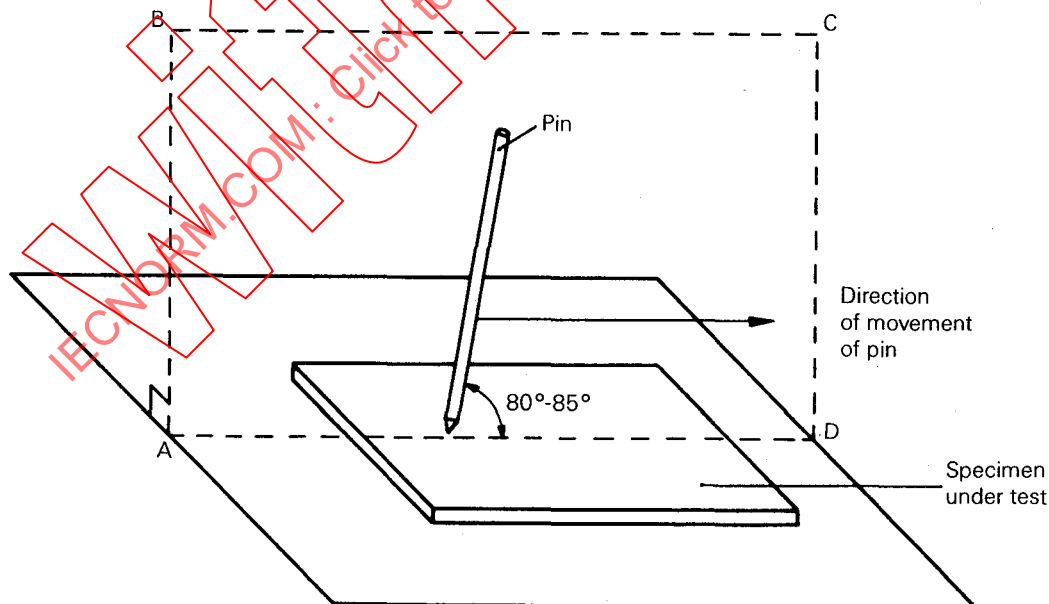
Sample board No. 3 shall be subjected to the following test.

Scratches shall be made across five pairs of conducting parts and the intervening separations at points where the separations will be subject to the maximum potential gradient during the tests.

The scratches shall be made by means of a hardened steel pin, the end of which has the form of a cone having a top angle of 40° its tip being rounded and polished with a radius of 0.25 ± 0.02 mm.

Scratches shall be made by drawing the pin along the surface in a plane perpendicular to the conductor edges at a speed of 20 ± 5 mm/s as shown in Figure 1. The pin shall be so loaded that the force exerted along its axis is 10 ± 0.5 N. The scratches shall be at least 5 mm apart and at least 5 mm from the edge of the specimen.

After this test, the coating layer shall neither have loosened nor have been pierced, and it shall withstand between conductors an electric strength test as specified in Sub-clause 5.3.2.



313/86

The pin is in the plane A B C D which is perpendicular to the specimen under test.

FIG. 1. – Abrasion resistance test for coating layers.

- 2.9.6 Pour les éléments constitutants ou les sous-ensembles qui sont enfermés et hermétiquement scellés contre la pénétration de poussière et de l'humidité et qui satisfont aux prescriptions de conformité suivantes, les lignes de fuite et distances dans l'air internes minimales peuvent être les valeurs pour le Degré de Pollution 1. Les connections internes doivent être fixées ou isolées pour empêcher la dégradation de l'isolation par des chocs mécaniques ou des vibrations.

La vérification est effectuée par examen, par des mesures et en soumettant l'élément constituant ou sous-ensemble à l'essai de cycles thermiques du paragraphe 2.9.5. Toutefois, la température de 100°C est remplacée par la température la plus élevée mesurée dans les conditions normales sur l'élément constituant ou sous-ensemble en question avec un minimum de 85°C. Dans le cas de transformateurs, la température de stockage de 100°C est remplacée par une température supérieure de 10 K à la température la plus élevée sur les enroulements mesurée dans les conditions normales, avec un minimum de 85°C dans les deux cas avec un minimum de 85°C. L'élément constituant ou sous-ensemble est ensuite soumis à l'épreuve hygroscopique du paragraphe 2.2.3 (traitement de 48 h) et l'essai de rigidité diélectrique applicable du paragraphe 5.3.2.

Pour les transformateurs, les coupleurs magnétiques et les dispositifs analogues, quand la sécurité dépend de l'isolation, une tension de 500 V eff et de 50 Hz à 60 Hz doit être appliquée entre les enroulements pendant l'essai de cycles thermiques. Il ne doit pas se produire de perforation de l'isolation pendant cet essai.

- 2.9.7 Les distances entre les parties conductrices internes aux éléments constitutants et aux ensembles qui sont traités avec un composé isolant remplissant toutes les distances dans l'air internes, chassant l'air et empêchant la pénétration de poussières ou d'humidité doivent être soumises uniquement aux prescriptions du paragraphe 2.9.4.

Un tel traitement peut comprendre un enrobage, une mise sous boîtier rempli, une imprégnation.

Les distances entre les parties conductrices le long de joints non scellés doivent être considérées comme des distances dans l'air et des lignes de fuite pour lesquelles les valeurs des tableaux III, IV et V pour le Degré de Pollution 1 doivent s'appliquer.

La vérification est effectuée conformément à la vérification du paragraphe 2.9.6 en tenant compte de ce qui suit.

Un examen visuel doit montrer qu'il n'y a pas de craquement dans l'enrobage, le matériau d'imprégnation ou dans d'autres matériaux et que les revêtements n'ont pas pris du jeu, ne se sont pas rétractés et (après sectionnement de l'échantillon) qu'il n'y a pas d'espace vide important dans le matériau.

- 2.9.8 Les prescriptions du paragraphe 2.9.2 et du paragraphe 2.9.3 sont applicables aux espaces entre les parties externes des éléments constitutants conformes au paragraphe 2.9.7 à l'exception du cas où ils sont revêtus d'un matériau conforme aux prescriptions du paragraphe 2.9.5, y compris les prescriptions de contrôle de la qualité. Dans ce cas, les distances d'isolement du tableau VI doivent être applicables à l'élément constituant avant qu'il ne soit revêtu. Entre deux parties conductrices quelconques non revêtues et sur l'extérieur du revêtement, les distances minimales des tableaux III, IV et V doivent être appliquées.

Lorsque des revêtements sont utilisés sur des terminaisons pour augmenter les lignes de fuite et distances dans l'air effectives l'arrangement mécanique et la rigidité des terminaisons doivent être suffisants pour assurer que pendant la manipulation normale, l'assemblage dans le matériel et l'utilisation ultérieure, les terminaisons ne seront pas soumises à des déformations qui risqueraient de craquer le revêtement ou d'abaisser les espaces entre les parties conductrices au-dessous des valeurs du tableau VI.

- 2.9.6 For components or sub-assemblies which are enclosed or hermetically sealed against ingress of dirt and moisture, and which satisfy the following compliance requirements, the minimum internal creepage distances and clearances can be the values for Pollution Degree 1. Internal connections shall be fixed or insulated to inhibit degradation of insulation by mechanical shock or vibration.

Compliance is checked by inspection, measurement and by subjecting the component or sub-assembly to the thermal cycling test of Sub-clause 2.9.5. However, the 100 °C storage temperature is replaced by the highest temperature measured under normal conditions on the component or sub-assembly under consideration with a minimum of 85 °C. In the case of transformers, the 100 °C storage temperature is replaced by the highest winding temperature measured under normal conditions, plus 10 K, with a minimum of 85 °C. The component or sub-assembly is then subjected to the humidity treatment of Sub-clause 2.2.3 (48 h treatment) and the relevant electric strength test of Sub-clause 5.3.2.

For transformers, magnetic couplers and similar devices, where the insulation is relied upon for safety, a voltage of 500 V r.m.s. at 50 Hz to 60 Hz shall be applied between windings during the thermal cycling test. No evidence of insulation breakdown shall occur during this test.

- 2.9.7 The distances between conducting parts internal to components or assemblies which are treated with an insulating compound filling all internal clearances, excluding air and preventing the ingress of dirt and moisture, shall be subject only to the requirements of Sub-clause 2.9.4.

Such treatment might include potting, encapsulation or impregnation.

Distances between conductive parts along uncemented joints shall be considered as clearances and creepage distances for which the values in Tables III, IV and V for Pollution Degree 1 shall apply.

Compliance shall be checked in accordance with the compliance clauses of Sub-clause 2.9.6, together with the following.

A visual inspection shall show that there are no cracks in the encapsulating, impregnating or other material and that coatings have not loosened or shrunk, and (after sectioning the sample) that there are no significant voids in the material.

- 2.9.8 The requirements of Sub-clauses 2.9.2 and 2.9.3 are applicable to the spacings between external terminations of components conforming to Sub-clause 2.9.7 except when they have a coating of material satisfying the requirements of Sub-clause 2.9.5 including the quality control requirements. In such a case the insulation distance of Table VI shall be applicable to the component before coating. Between any two uncoated conductive parts and over the outside of the coating, the minimum distances of Tables III, IV and V shall be applied.

Where coatings are employed over terminations to increase effective creepage distances and clearances, the mechanical arrangement and rigidity of the terminations shall be adequate to ensure that, during normal handling and assembly into equipment and subsequent use, the terminations will not be subject to deformation which would crack the coating or reduce the spacing between conducting parts below the values in Table VI.

La vérification est effectuée par examen en tenant compte des figures F12 et F13 et en effectuant la première séquence couverte par les essais préliminaires, l'essai de cycles thermiques, l'essai de vieillissement thermique et l'essai de rigidité diélectrique du paragraphe 2.9.5. Ces essais doivent être effectués sur un ensemble complet comprenant le(s) élément(s) constituant(s).

L'essai de résistance à l'abrasion doit être effectué sur une carte de circuit imprimé spécialement préparée comme décrit pour l'échantillon n° 3 du paragraphe 2.9.5 excepté que la séparation entre les parties conductrices doit être représentative des séparations minimales et des différences de potentiel maximales utilisées dans l'ensemble.

3. Câblage, connexions et alimentation

3.1 Câblage

- 3.1.1 La section des conducteurs internes et des câbles externes autres que les câbles d'alimentation (voir paragraphe 3.2.4) doit être appropriée pour les courants qu'ils sont destinés à transporter lorsque le matériel fonctionne sous la charge normale de façon que la température maximale admissible pour leur isolation ne soit pas dépassée.

Tous les conducteurs internes (y compris les barres d'alimentation et les câbles d'interconnexion) utilisés pour la distribution de l'alimentation primaire, doivent être protégés contre les surintensités et les courts-circuits par des dispositifs de protection de caractéristiques nominales appropriées.

Les conducteurs qui ne sont pas directement impliqués dans le parcours de distribution sont exemptés 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 constitutifs 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.

La vérification est effectuée par examen et par les essais appropriés du paragraphe 5.1.

- 3.1.2 Les passages empruntés par les conducteurs doivent être lisses et ne doivent pas présenter d'arêtes vives. Les conducteurs doivent être protégés de façon qu'ils n'entrent pas en contact avec des aspérités, des ailettes de refroidissement, les parties mobiles, etc., susceptibles d'endommager leur isolation. Les trous dans le métal pour le passage des conducteurs isolés doivent être convenablement arrondis ou munis de traversées.

Dans les ensembles 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.

La vérification est effectuée par examen.

- 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.

La vérification est effectuée par examen.

Compliance is checked by inspection taking into account Figures F12 and F13 and by applying the first sequence covered by the preliminary tests, thermal cycling test, thermal ageing test and electric strength test of Sub-clause 2.9.5. These tests shall be carried out on a completed assembly including the component(s).

The abrasion resistance test shall be carried out using a specially prepared sample printed circuit board as described for sample No. 3 in Sub-clause 2.9.5 except that the separation between the conductive parts shall be representative of the minimum separations and maximum potential gradients used in the assembly.

3. Wiring, connections and supply

3.1 Wiring

- 3.1.1 For internal wires and for external cables other than power supply cords (see Sub-clause 3.2.4), the cross-sectional area shall be adequate for the current they are intended to carry when the equipment is operating under normal load such that the maximum permitted temperature of conductor insulation is not exceeded.

All internal wiring (including bus-bars and inter-connecting cables) used in the distribution of primary power shall be protected against over-current and short circuit by suitably rated protective devices.

Wiring not directly involved in the distribution path need not require protection 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.

Compliance is checked by inspection and, as appropriate, by the tests of Sub-clause 5.1.

- 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, moving parts etc., which may cause damage to the insulation of conductors. Holes in metal, through which insulated wires pass, shall have smooth well-rounded surfaces or shall be provided with bushings.

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

Compliance is checked by inspection.

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

- excessive strain on wire and on terminal connections,
- loosening of terminal connections,
- damage of conductor insulation.

Compliance is checked by inspection.

- 3.1.4 Pour les conducteurs non isolés, il ne doit pas être possible d'abaisser, en usage normal, les lignes de fuite et les distances dans l'air au-dessous des valeurs correspondantes spécifiées au paragraphe 2.9.

La vérification est effectuée par examen.

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

L'isolation considérée doit être capable de supporter l'essai de rigidité diélectrique approprié spécifié au paragraphe 5.3.2.

En l'absence de résultats d'essais applicables, la vérification doit être effectuée par l'essai de rigidité diélectrique effectué sur un échantillon d'environ 1 m de long auquel la tension d'essai correspondante est appliquée comme suit :

- *pour l'isolation d'un conducteur : suivant la méthode d'essai décrite au paragraphe 16.2 dans la Publication 540 de la CEI: Méthodes d'essais pour les enveloppes isolantes et les gaines des câbles électriques rigides et souples (mélanges élastomères et thermoplastiques), en utilisant la tension d'essai du paragraphe 5.3.2, correspondant au type de l'isolation étudiée ;*
- *pour l'isolation supplémentaire, par exemple, une gaine enveloppant un groupe de conducteurs : entre un conducteur inséré dans la gaine et une feuille métallique enroulée sans serrer autour de la gaine sur une longueur d'environ 100 mm.*

Quand un câble d'alimentation dont les propriétés d'isolation satisfont aux types de câbles du paragraphe 3.2.4, est utilisé à l'intérieur d'un matériel soit comme une extension du câble d'alimentation extérieur soit comme un conducteur indépendant, sa gaine est considérée comme une isolation supplémentaire appropriée dans le cadre de ce paragraphe.

- 3.1.6 Les conducteurs repérés par la combinaison de couleurs vert/jaune ne doivent être utilisés que pour les connexions de terre de protection (voir paragraphe 2.5.5).

La vérification est effectuée par examen.

- 3.1.7 Les perles isolantes et pièces similaires isolantes en matière céramique entourant des conducteurs doivent être fixées ou supportées de façon à ne pouvoir changer de position. De plus, elles ne doivent pas être posées sur des arêtes vives ou des angles aigus. Si les perles sont placées à l'intérieur de conduits métalliques flexibles, elles doivent être revêtues d'une gaine isolante, sauf si le conduit ne peut pas se déplacer en usage normal.

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

3.2 Raccordement à l'alimentation primaire

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

- des bornes pour une connexion à demeure à l'alimentation ;
- un câble souple d'alimentation fixé à demeure pour une connexion permanente à l'alimentation ou pour un raccordement à l'alimentation par l'intermédiaire d'une fiche de prise de courant ;
- un socle de connecteur pour le raccordement d'un câble d'alimentation non fixé à demeure ;
- une fiche de prise de courant intégrée au matériel ou qui fait partie du matériel, par exemple, un transformateur ou une unité d'alimentation incluse dans le corps de la fiche.

Lorsque le matériel est muni de plus d'une possibilité de raccordement au réseau (par exemple pour différentes tensions/fréquences ou alimentations multiples), la conception doit être telle que toutes les conditions suivantes soient remplies :

- des moyens de raccordement séparés soient prévus pour les différents circuits ;

- 3.1.4 For uninsulated conductors it shall not be possible to reduce, in normal use, creepage distances and clearances below the relevant values specified in Sub-clause 2.9.

Compliance is checked by inspection.

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

The insulation under consideration shall be capable of withstanding the appropriate electric strength test specified in Sub-clause 5.3.2.

Where applicable test results are not already available, compliance is checked by applying the electric strength test using a sample of approximately 1 m length and by applying the relevant test voltage as follows :

- *for insulation of a conductor : by the voltage test method given in Sub-clause 16.2 of IEC Publication 540: Test Methods for Insulations and Sheaths of Electric Cables and Cords (Elastomeric and Thermoplastic Compounds), using the relevant test voltage in Sub-clause 5.3.2 for the grade of insulation under consideration ;*
- *for supplementary insulation, for example sleeving around a group of conductors : between a conductor inserted into the sleeve and metal foil wrapped tightly round the sleeve for a length of at least 100 mm.*

Where a power supply cord, whose insulating properties comply with those of the cord types of Sub-clause 3.2.4, is used inside the equipment, either as an extension of the external power supply cord or as an independent cable, its sheath is considered to be adequate supplementary insulation for the purposes of this sub-clause.

- 3.1.6 Wires identified by the colour combination green/yellow shall be used only for protective earth connections (see Sub-clause 2.5.5).

Compliance is checked by inspection.

- 3.1.7 Beads and similar ceramic insulators on conductors shall be so fixed or supported that they cannot change their position. Moreover, they shall not rest on sharp edges or sharp corners. If beads are inside flexible metal conduits, they shall be contained within an insulating sleeve, unless the conduit is prevented from movement in normal use.

Compliance is checked by inspection and by manual test.

3.2 Connection to primary power

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

- terminals for permanent connection to the supply ;
- a non-detachable power supply cord for permanent connection to the supply, or for connection to the supply by means of a plug ;
- an appliance inlet for connection of a detachable power supply cord ;
- a mains plug that is integral with the equipment or part of the equipment, for example, a transformer or power supply unit enclosed in the plug body.

Where equipment is provided with more than one supply connection (e.g. with different voltages/frequencies or as redundant power), the design shall be such that all of the following conditions are met :

- separate means of connection are provided for different circuits ;

- les raccordements de la prise de courant de l'alimentation, s'il en existe, ne soient pas interchangeables, si un danger risque de survenir du fait d'un raccordement incorrect ;
- l'opérateur soit empêché de toucher des parties nues sous TBT ou sous tensions dangereuses, tels les contacts des fiches, lorsqu'on déconnecte une ou plusieurs prises mobiles de connecteurs.

La vérification est effectuée par examen.

3.2.2 Le matériel relié à demeure doit être muni :

- soit d'un ensemble de bornes comme spécifié au paragraphe 3.3 ;
- soit d'un câble souple d'alimentation fixé à demeure.

Le matériel installé à poste fixe, à moins qu'il ne soit muni d'un câble souple fixé à demeure, doit :

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

Pour le matériel de courant nominal ne dépassant pas 16 A, les entrées de câble doivent être appropriées pour des câbles ou des conduits ayant un diamètre externe indiqué dans le tableau VII.

TABEAU VII
Dimensions des câbles et conduits pour un courant nominal ne dépassant pas 16 A

Nombre de conducteurs y compris le conducteur de protection lorsqu'il existe	Diamètre extérieur (mm)	
	Câble	Conduit ¹⁾
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)

¹⁾ Dans certains pays, les dimensions entre parenthèses sont prescrites.

Les entrées de conduits, les entrées de câbles et entrées défonçables pour le raccordement au réseau, doivent être conçus ou placés de façon que l'introduction du conduit ou du câble n'affecte pas la protection contre les chocs électriques ou n'abaisse 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 conformes à toutes les prescriptions suivantes :

- être situés ou enfermés de façon que des parties sous tensions dangereuses ne soient pas accessibles pendant l'introduction ou l'enlèvement de la prise mobile ;

Les socles de connecteurs conformes à la Publication 320 de la CEI : Connecteurs pour usages domestiques et usages généraux analogues, sont considérés comme satisfaisant à cette prescription.

- être placés de façon que la prise mobile puisse être introduite sans difficulté ;
- être placés de façon 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.

- supply plug connections, if any, are not interchangeable if a hazard could result from incorrect plugging ;
- the operator is prevented from touching bare parts at ELV or hazardous voltages, such as plug contacts, when one or more connectors are disconnected.

Compliance is checked by inspection.

3.2.2 Permanently connected equipment shall be provided with either :

- a set of terminals as specified in Sub-clause 3.3, or
- a non-detachable power supply cord.

Fixed permanently connected equipment, unless it has a non-detachable power supply cord, shall :

- permit the connection of the supply wires after the equipment has been fixed to its support ;
- 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 cable entries shall be suitable for cables and conduits having an overall diameter as shown in Table VII.

TABLE VII
SIZES OF CABLES AND CONDUITS, RATED CURRENT
UP TO 16 A

Number of conductors including protective earthing conductor where provided	Overall diameter (mm)	
	Cable	Conduit ¹⁾
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)

¹⁾ In some countries the sizes in parentheses are required.

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, by a practical installation test and by measurement.

3.2.3 Appliance inlets shall be all of the following :

- so located or enclosed that parts at hazardous voltage are not accessible during insertion or removal of the connector ;

Appliance inlets complying with IEC Publication 320 : Appliance Couplers for Household and Similar General Purposes, are considered to comply with this requirement.

- so placed that the connector can be inserted without difficulty ;
- 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.

Les socles de connecteur pour des équipements de la classe I doivent posséder une borne de terre raccordée à la borne de terre de protection du matériel.

La vérification est effectuée par examen et, pour l'accessibilité, au moyen du doigt d'épreuve (figure 10, page 164).

3.2.4 Les câbles souples d'alimentation doivent :

- s'ils ont une isolation en caoutchouc, être en caoutchouc synthétique et ne pas être plus légers que les câbles souples sous gaine ordinaire de caoutchouc conformément à la Publication 245 de la CEI : Conducteurs et câbles isolés au caoutchouc, de tension nominale au plus égale à 450/750 V, (désignation 245 IEC 53) ;
- s'ils ont une isolation en polychlorure de vinyle ;
 - a) pour les équipements de masse inférieure ou égale à 3 kg, ne pas être plus légers que les câbles souples sous gaine légère PVC conformément à la Publication 227 de la CEI : Conducteurs et câbles isolés au polychlorure de vinyle, de tension nominale au plus égale à 450/750 V, (désignation 227 IEC 52) ;
 - b) pour les équipements de masse supérieure à 3 kg, ne pas être plus légers que les câbles souples sous gaine ordinaire PVC (désignation 227 IEC 53) ;
- être pourvus, dans le cas d'un matériel de la classe I, d'un conducteur de protection vert/jaune relié électriquement à la borne de terre faisant partie du matériel et au contact de terre de la fiche éventuelle ;
- avoir des conducteurs dont les sections nominales ne soient pas inférieures aux sections spécifiées dans le tableau VIII.

TABLEAU VIII

Dimensions des conducteurs des câbles d'alimentation

Courant nominal du matériel A	Section nominal mm ²
Jusqu'à 6 inclus	0,75 ¹⁾
Au-dessus de 6 à 10 inclus	1,00 (0,75) ²⁾
Au-dessus de 10 à 13 inclus	1,25 (1,0) ³⁾
Au-dessus de 13 à 16 inclus	1,5 (1,0) ³⁾
Au-dessus de 16 à 25 inclus	2,5
Au-dessus de 25 à 32 inclus	4
Au-dessus de 32 à 40 inclus	6
Au-dessus de 40 à 63 inclus	10
Au-dessus de 63 à 80 inclus	16
Au-dessus de 80 à 100 inclus	25
Au-dessus de 100 à 125 inclus	35
Au-dessus de 125 à 160 inclus	50

¹⁾ Pour un courant nominal jusqu'à 3 A, une section nominale de 0,5 mm² est autorisée dans certains pays, pourvu que la longueur du câble souple d'alimentation ne dépasse pas 2 m.

²⁾ La valeur entre parenthèses s'applique à des câbles d'alimentation détachables équipés de prises mobiles de connecteurs de courant nominal égal à 10 A conformément à la Publication 320 de la CEI (types C13, C15, C15A et C17).

³⁾ La valeur entre parenthèses s'applique à des câbles d'alimentation équipés de prises mobiles de connecteurs de courant nominal égal à 16 A conformément à la Publication 320 de la CEI (types C19, C21 et C23).

Un certain nombre de pays ont indiqué qu'ils n'acceptent pas toutes les valeurs données dans le tableau VIII, particulièrement les valeurs qui sont indiquées dans les notes 1, 2 et 3.

Appliance inlets for Class I equipment shall have an earthing terminal connected to the protective earthing terminal within the equipment.

Compliance is checked by inspection and, for accessibility, by means of the test finger (Figure 10, page 165).

3.2.4 Power supply cords shall :

- if rubber insulated, be of synthetic rubber and not lighter than ordinary tough rubber-sheathed flexible cord according to IEC Publication 245 : Rubber Insulated Cables of Rated Voltages up to and including 450/750 V, (designation 245 IEC 53) ;
- if polyvinyl chloride insulated :
 - a) for equipment having a mass not exceeding 3 kg, be not lighter than light polyvinyl chloride sheathed flexible cord according to IEC Publication 227 : Polyvinyl Chloride Insulated Cables of Rated Voltages up to and including 450/750 V, (designation 227 IEC 52) ;
 - b) for equipment having a mass exceeding 3 kg, be not lighter than ordinary polyvinyl chloride sheathed flexible cord (designation 227 IEC 53) ;
- include, in the case of Class I equipment, a green/yellow protective earthing conductor electrically connected to the protective earthing terminal within 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 Table VIII.

TABLE VIII

Sizes of conductors in power supply cords

Rated current of equipment A		Nominal cross-sectional area mm ²
Up to and including	6	0.75 ¹⁾
Over 6 up to and including	10	1.00 (0.75) ²⁾
Over 10 up to and including	13	1.25 (1.0) ³⁾
Over 13 up to and including	16	1.5 (1.0) ³⁾
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

¹⁾ For rated current up to 3 A, a nominal cross-sectional area of 0.5 mm² is allowed in some countries provided the length of the cord does not exceed 2 m.

²⁾ The value in parentheses applies to detachable power supply cords fitted with the connectors rated 10 A in accordance with IEC Publication 320 (types C13, C15, C15A and C17).

³⁾ The value in parentheses applies to detachable power supply cords fitted with the connectors rated 16 A in accordance with IEC Publication 320 (types C19, C21 and C23).

A number of countries have indicated that they do not accept all of the values listed in Table VIII, particularly those covered by notes 1, 2 and 3.

La vérification est effectuée par examen, par des mesures et, pour les câbles blindés, par des essais semblables à ceux de la Publication 227 de la CEI. Toutefois, les essais de flexion ne sont nécessaires que pour les câbles d'alimentation des matériels mobiles destinés à être déplacés pendant l'usage normal.

L'endommagement du blindage du câble est admissible, à condition que :

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

3.2.5 Un dispositif d'arrêt de traction et de torsion doit être prévu sur les matériels munis 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 l'isolation des conducteurs soit protégée contre l'abrasion.

Une traversée à compression ne doit pas être utilisée comme dispositif d'arrêt de traction et de torsion à moins qu'elle n'ait un dispositif permettant le serrage de tous les types et toutes les dimensions de câbles d'alimentation qui sont compatibles avec les bornes autorisées au paragraphe 3.3.5, ou à moins qu'elle n'ait été conçue pour terminer un câble d'alimentation blindé.

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 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 du câble ne porte pas atteinte à la sécurité et au bon fonctionnement du matériel ;
- pour des câbles à remplacement ordinaire, la façon de protéger contre les contraintes soit claire ;
- le câble ne soit pas maintenu par une vis métallique qui appuie directement sur le câble ;
- les nœuds dans le câble ne soient pas utilisés ;
- ils soient constitués soit d'un matériau isolant, soit de métal auquel cas le dispositif d'arrêt de traction et de torsion doit être isolé des parties métalliques accessibles par une isolation satisfaisant aux prescriptions pour isolation supplémentaire.

La vérification est effectuée par examen, par les essais appropriés de rigidité diélectrique lorsque cela est prescrit et par les essais suivants :

Il ne doit pas être possible de repousser le câble à l'intérieur du matériel au point que le câble ou les parties internes du matériel puissent être endommagés.

Le câble doit alors être soumis 25 fois à une force de traction constante, dont la valeur est indiquée dans le tableau IX, appliquée dans la direction la plus défavorable, chaque fois pendant 1 s.

Immédiatement après, le câble doit être soumis, pendant 1 minute, à un couple de torsion dont la valeur est indiquée dans le tableau IX.

TABLEAU IX

Essais physiques sur les câbles d'alimentation

<i>Masse (M) du matériel kg</i>	<i>Force de traction N</i>	<i>Couple de torsion Nm</i>
<i>$M \leq 1$</i>	<i>30</i>	<i>0,1</i>
<i>$1 < M \leq 4$</i>	<i>60</i>	<i>0,25</i>
<i>$4 < M$</i>	<i>100</i>	<i>0,35</i>

Compliance is checked by inspection, by measurement and, for screened cords, by tests similar to those of IEC Publication 227. However, flexing tests need be applied only to power supply cords for movable equipment which is intended to be moved while in normal use.

Damage to the screen is acceptable provided that :

- *during the flexing test the screen does not make contact with any conductor, and*
- *after the flexing test, the sample withstands the electric strength test between the screen and all other conductors.*

3.2.5 A cord anchorage shall be provided for equipment with a non-detachable power supply cord so that the conductors are relieved from strain, including twisting, where they are connected within the equipment and so that the insulation of the conductors is protected from abrasion.

A compression bushing shall not be used as a cord anchorage unless it has provision for clamping all the types and sizes of power supply cords which are compatible with terminals permitted in Sub-clause 3.3.5, or unless it has been designed to terminate a screened power supply cord.

If the flexible cord should slip in its anchorage, causing the conductors to be strained, the protective earthing conductor, if any, shall be the last to take the strain.

Anchorage of power supply cords shall be so designed that :

- cord replacement does not impair the safety and the correct functioning of the equipment ;
- for ordinary replacement cords, it is clear how the relief from strain is to be obtained ;
- the cord is not clamped by a screw which bears directly on the cord ;
- knots in the cord are not used ;
- either they are made of insulating material, or they are made of metal, in which case the cord anchorage shall be insulated from accessible metal parts by insulation complying with the requirements for supplementary insulation.

Compliance is checked by inspection, by the relevant electric strength tests where required and by the following tests.

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 shall then be subjected 25 times to a steady pull of the value shown in Table IX, applied in the most unfavourable direction, each time for 1 s.

Immediately afterwards, the cord shall be subjected for 1 min to a torque of the value shown in Table IX.

TABLE IX
Physical tests on power supply cords

<i>Mass (M) of equipment kg</i>	<i>Pull N</i>	<i>Torque Nm</i>
$M \leq 1$	30	0.1
$1 < M \leq 4$	60	0.25
$4 < M$	100	0.35

Pendant les essais, le câble ne doit pas être endommagé.

Après les essais, le câble ne doit pas 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 aux valeurs spécifiées au paragraphe 2.9.

- 3.2.6 Les câbles souples d'alimentation ne doivent pas être exposés à des arêtes vives ou des bords coupants à l'intérieur ou sur la surface du matériel ainsi qu'aux entrées de câble et aux traversées de câble.

La gaine extérieure d'un câble d'alimentation fixé à demeure doit pénétrer à l'intérieur du matériel à travers une traversée ou un dispositif de protection et doit dépasser le dispositif de serrage de l'arrêt de traction et de torsion d'au moins la moitié du diamètre du câble.

Les traversées, lorsqu'elles sont utilisées, doivent :

- être fixées de façon sûre ;
- ne pas pouvoir être enlevées sans l'aide d'un outil.

Une traversée de câble sur une enveloppe non métallique doit être en matériau isolant.

Une traversée de câble ou un dispositif de protection sur un matériel de classe II à enveloppe métallique doit satisfaire aux prescriptions pour isolation supplémentaire.

La vérification est effectuée par examen et par des mesures.

- 3.2.7 Un dispositif de protection doit être prévu à l'entrée du câble d'alimentation sur le matériel équipé d'un câble fixé à demeure, et qui est portatif ou destiné à être déplacé pendant l'utilisation. En variante, l'entrée du câble ou la traversée doit être munie d'un orifice en forme de cloche, soigneusement arrondi, dont le rayon de courbure est au moins égal à 1,5 fois le diamètre extérieur du câble de la plus grande section à raccorder.

Les dispositifs de protection doivent :

- être conçus pour protéger le câble contre les pliages excessifs à l'entrée du matériel ;
- être en matière isolante ;
- être fixés de façon sûre ;
- dépasser à l'extérieur du matériel à partir de l'orifice d'entrée d'une longueur au moins égale à cinq fois le diamètre extérieur ou, pour les câbles méplats, à cinq fois la plus grande dimension extérieure du câble.

La vérification est effectuée par examen, par des mesures et, lorsque c'est nécessaire par l'essai suivant :

Le matériel doit être essayé avec le câble fourni par le constructeur.

Le matériel doit être placé de façon que l'axe du dispositif de protection, au point de sortie du câble, fasse saillie d'un angle de 45° lorsque le câble est exempt de contraintes. Une masse égale à $10 \times D^2$ g doit alors être attachée à l'extrémité libre du câble, D étant en millimètres, le diamètre extérieur, ou pour les câbles méplats, la plus petite dimension extérieure du câble livré avec le matériel.

Si le dispositif de protection est fait dans une matière sensible à la température, l'essai doit être effectué à $23 \pm 2^\circ\text{C}$.

Les câbles méplats doivent être pliés dans le plan de la moindre résistance.

Immédiatement après l'accrochage de la masse, le rayon de courbure du câble ne doit être en aucun endroit inférieur à 1,5 D.

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 Power supply cords shall not be exposed to sharp points or cutting edges within or on the surface of the equipment, or at the inlet opening or inlet bushing.

The overall sheath of a non-detachable power supply cord shall continue into the equipment through any inlet bushing or cord guard and shall extend by at least half the cord diameter beyond the clamp of the cord anchorage.

Inlet bushings, where used, shall :

- be reliably fixed
- not be removable without the use of a tool.

An inlet bushing in a non-metallic enclosure shall be of insulating material.

An inlet bushing or cord guard on metal-encased Class II equipment shall meet the requirements for supplementary insulation.

Compliance is checked by inspection and measurement.

- 3.2.7 A cord guard shall be provided at the power supply cord inlet opening of equipment which has a non-detachable power supply cord, and which is hand-held or intended to be moved while in operation. Alternatively, the inlet or bushing shall be provided with a smoothly rounded bell-mouthed opening having a radius of curvature equal to at least 1.5 times the overall diameter of the cord with the largest cross-sectional area to be connected.

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 beyond the inlet opening for a distance of at least five times the overall diameter or, for flat cords, at least five times the major overall cross-sectional dimension, of the cord.

Compliance is checked by inspection, by measurement and, where necessary, by the following test :

The equipment shall be tested with the cord as delivered by the manufacturer.

The equipment shall be so placed that the axis of the cord guard, where the cord leaves it, projects at an angle of 45° when the cord is free from stress. A mass equal to $10 \times D^2$ g shall then be attached to the free end of the cord, D being, in millimetres, the overall diameter of, or for flat cords, the minor overall dimension of, the cord delivered with the equipment.

If the cord guard is of temperature-sensitive material, the test shall be made at 23 ± 2 °C.

Flat cords shall be bent in the plane of least resistance.

Immediately after the mass has been attached, the radius of curvature of the cord shall nowhere be less than 1.5 D.

3.2.8 L'espace pour l'installation des câbles d'alimentation prévu à l'intérieur, ou en tant que partie, du matériel pour la connexion à demeure ou pour la connexion d'un câble d'alimentation ordinaire fixé à demeure doit être conçu :

- pour permettre l'introduction et le raccordement facile des conducteurs ;
- de façon que, pour les matériels de la classe II ou les matériels portatifs l'extrémité non isolée d'un conducteur ne soit pas susceptible de se libérer de sa borne ou, si elle le fait, ne puisse venir en contact avec des parties conductrices accessibles ;
- pour permettre de vérifier, avant la mise en place du couvercle éventuel, que les conducteurs sont correctement raccordés et disposés ;
- de façon que les couvercles éventuels puissent être mis en place sans risquer d'endommager les conducteurs d'alimentation ou leur isolation ;
- de façon que les couvercles éventuels donnant accès aux bornes, puissent être enlevés sans l'aide d'un outil spécial.

La vérification est effectuée par examen et par un essai d'installation avec des câbles de la plus forte section de la plage appropriée spécifiée au paragraphe 3.3.5.

3.3 Bornes pour les conducteurs externes d'alimentation primaire

Dans le présent paragraphe bornes signifie bornes de raccordement.

3.3.1 Les matériels reliés à demeure et les matériels équipés d'un câble d'alimentation ordinaire fixé à demeure doivent être pourvus de bornes dans lesquelles les connexions sont assurées au moyen de vis, écrous ou autres moyens aussi efficaces.

La conformité est vérifiée par examen.

3.3.2 Pour les matériels équipés d'un câble d'alimentation spécial fixé à demeure, le raccordement des conducteurs individuels aux conducteurs internes du matériel doit être réalisé par tout moyen susceptible de fournir un raccordement mécanique et électrique fiable, sans dépasser les limites de température admissibles.

Des connexions réalisées par soudage, brasage, sertissage ou procédés analogues peuvent être utilisées pour la connexion des conducteurs externes. Des écrans doivent être prévus pour que les lignes de fuite et distances dans l'air ne puissent être réduites à des valeurs inférieures aux valeurs spécifiées au paragraphe 2.9, au cas où le conducteur se briserait à un point de soudage ou s'échapperait d'une connexion sertie. Dans le cas des connexions soudées, le conducteur doit être disposé ou fixé de façon que son maintien en position ne dépende pas seulement du soudage.

La vérification est effectuée par examen, en appliquant une force de traction de 5 N à la connexion, et en mesurant l'échauffement de la connexion, qui ne doit pas dépasser les valeurs du paragraphe 5.1.

3.3.3 Les vis et écrous pour le serrage des conducteurs externes d'alimentation doivent avoir un filetage conforme aux normes ISO 261 ou 262 ou un filetage ayant un pas et une résistance mécanique comparables. Ils ne doivent pas servir à fixer d'autres éléments constitutifs, toutefois, ils peuvent serrer aussi des conducteurs internes si ceux-ci sont disposés de façon qu'ils ne soient pas susceptibles d'être déplacés lors du raccordement des conducteurs d'alimentation.

Les bornes d'un élément constituant (par exemple un interrupteur) incorporé au matériel, peuvent être utilisées comme bornes pour les conducteurs externes d'alimentation, sous réserve qu'elles soient conformes aux prescriptions du paragraphe 3.3.

3.2.8 The supply wiring space provided inside, or as part of, the equipment for permanent connection or for connection of ordinary non-detachable power supply cords shall be designed :

- to allow the conductors to be introduced and connected easily ;
- so that, for hand-held or Class II equipment, the uninsulated end of a conductor is unlikely to become free from its terminal, or, should it do so, cannot come into contact with accessible conductive parts ;
- to permit checking before fitting the cover, if any, that the conductors are correctly connected and positioned ;
- so that covers, if any, can be fitted without risk of damage to the supply conductors or their insulation ;
- so that covers, if any, giving access to the terminals can be removed without the use of a special tool.

Compliance is checked by inspection and by an installation test with cords of the largest cross-sectional area of the appropriate range specified in Sub-clause 3.3.5.

3.3 Wiring terminals for external primary power supply conductors

In this sub-clause, terminals refers to wiring terminals.

3.3.1 Permanently connected equipment and equipment with ordinary non-detachable power supply cords shall be provided with terminals in which connection is made by means of screws, nuts or equally effective devices.

Compliance is checked by inspection.

3.3.2 For equipment with special non-detachable 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. For soldered or crimped connections, barriers shall be provided such that creepage distances and clearances cannot be reduced to less than the values specified in Sub-clause 2.9 should the conductor break away at a soldered joint or slip out of a crimped connection. Alternatively, for soldered terminations, the conductor shall be positioned or fixed so that reliance is not placed upon the soldering alone to maintain the conductor in position.

Compliance is checked by inspection, by applying a pull of 5 N to the connection, and by measuring the temperature rise of the connection which shall not exceed the values of Sub-clause 5.1.

3.3.3 Screws and nuts which clamp external power supply conductors shall have a thread conforming with ISO Standards 261 or 262 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 may be used as terminals for external power supply conductors, provided that they comply with the requirements of Sub-clause 3.3.

Les filetages unifiés sont considérés comme ayant un pas et une résistance mécanique conformes aux Normes ISO 261 et 262.

La vérification est effectuée par examen.

3.3.4 Au sens des prescriptions pour les câbles d'alimentation :

- il est supposé que deux fixations indépendantes ne se desserreront pas simultanément ;
- 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, pourvu que le trou à travers lequel passe le conducteur ne soit pas exagérément gros ;
- les conducteurs raccordés aux bornes ou terminaisons 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, maintient 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 X.

Lorsqu'il est fait emploi de câbles avec des sections plus élevées, les bornes doivent être dimensionnées en conséquence.

La vérification est effectuée par examen, par des mesures et par le raccordement de câbles de la plus petite et de la plus grande section de la plage appropriée spécifiée dans le tableau X.

TABLEAU X

Plage des dimensions des conducteurs à introduire les bornes

Courant nominal du matériel A	Section nominale mm ²	
	Câbles souples	Autres câbles
Jusqu'à 3 inclus	0,5 à 0,75	1 à 2,5
Au-dessus de 3 à 6 inclus	0,75 à 1	1 à 2,5
Au-dessus de 6 à 10 inclus	1 à 1,5	1 à 2,5
Au-dessus de 10 à 13 inclus	1,25 à 1,5	1,5 à 4
Au-dessus de 13 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

3.3.6 Les bornes doivent avoir les dimensions minimales indiquées dans le tableau XI.

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 s'échapper lors du serrage des vis ou écrous.

Unified threads are considered to be comparable in pitch and mechanical strength with threads conforming with ISO Standards 261 and 262.

Compliance is checked by inspection.

3.3.4 For the purpose of applying the requirements for power supply cords :

- it is assumed that two independent fixings will not become loose at the same time ;
- 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 in position, provided that 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 Table X.

Where heavier gauge conductors are used, the terminals shall be sized accordingly.

Compliance is checked by inspection, by measurement and by fitting cords of the smallest and largest cross-sectional areas of the appropriate range shown in Table X.

TABLE X

Range of conductor sizes to be accepted by terminals

Rated current of equipment A	Nominal cross-sectional area mm ²	
	Flexible cords	Other cables
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	1 to 2.5
Over 6 up to and including 10	1 to 1.5	1 to 2.5
Over 10 up to and including 13	1.25 to 1.5	1.5 to 4
Over 13 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

3.3.6 Terminals shall have minimum sizes as shown in Table XI.

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 located that the conductor cannot slip out when the clamping screws or nuts are tightened.

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 ;
- 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.

La vérification est effectuée par examen et par des mesures.

TABLEAU XI
*Dimensions des bornes pour les conducteurs
d'alimentation primaire*

Courant nominal du matériel A	Diamètre nominal minimal de la partie filetée mm	
	Borne à trou ou à goujon fileté	Bornes à vis
Jusqu'à 10 inclus	3,0	3,5
Au-dessus de 10 à 16 inclus	3,5	4,0
Au-dessus de 16 à 25 inclus	4,0	5,0
Au-dessus de 25 à 32 inclus	4,0	5,0
Au-dessus de 32 à 40 inclus	5,0	5,0
Au-dessus de 40 à 63 inclus	6,0	6,0

3.3.8 Pour les câbles d'alimentation ordinaires fixés à demeure, 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.

3.3.9 Les bornes doivent être placées, protégées ou isolées de façon que, si un brin d'un conducteur souple vient à se détacher après le raccordement du conducteur, il n'y ait pas de risque de contact accidentel entre le brin et ;

- les parties conductrices accessibles ou,
- les parties conductrices non mises à la terre séparées des parties conductrices accessibles par une isolation supplémentaire seulement.

La vérification est effectuée par examen et par l'essai suivant, à moins qu'un câble spécial ne soit préparé de façon à empêcher l'échappement de brins.

L'extrémité d'un conducteur souple ayant la section nominale appropriée doit être dépouillée de son enveloppe isolante sur une longueur d'environ 8 mm. Un brin du conducteur est décâblé et les autres brins sont introduits complètement et serrés dans la borne.

Le brin décâblé doit être plié, sans que l'enveloppe isolante ne soit déchirée, dans toutes les directions possibles, mais sans angles vifs le long de la protection.

Si le conducteur est sous une tension dangereuse, le brin décâblé ne doit toucher aucune partie métallique accessible ou en liaison avec une partie métallique accessible ou, pour les matériels à double isolation, aucune partie métallique séparée des parties métalliques accessibles par une isolation supplémentaire seulement.

Si le conducteur est relié à une borne de terre le brin décâblé ne doit toucher aucune partie active.

Terminals shall be so fixed that, when the means of clamping the conductor is tightened or loosened :

- the terminal itself does not work loose ;
- internal wiring is not subjected to stress ;
- creepage distances and clearances are not reduced below the values specified in Sub-clause 2.9.

Compliance is checked by inspection and measurement.

TABLE XI
Sizes of terminals for primary
power supply conductors

Rated current of equipment A	Minimum nominal thread diameter mm	
	Pillar type or stud type	Screw type
Up to and including 10	3.0	3.5
Over 16 up to and including 16	3.5	4.0
Over 16 up to and including 25	4.0	5.0
Over 25 up to and including 32	4.0	5.0
Over 32 up to and including 40	5.0	5.0
Over 40 up to and including 63	6.0	6.0

- 3.3.8 For ordinary non-detachable power supply cords, 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.

- 3.3.9 Terminals shall be so located, guarded or insulated that, should a strand of a flexible conductor escape when the conductor is fitted, there is no risk of accidental contact between such a strand and :

- accessible conductive parts, or
- unearthed conductive parts separated from accessible conductive parts by supplementary insulation only.

Compliance is checked by inspection and, unless a special cord is prepared in such a way as to prevent the escape of strands, by the following test.

An approximately 8 mm length of insulation shall be removed from the end of a flexible conductor having the appropriate nominal cross-sectional area. One wire of the stranded conductor shall be left free and the other wires shall be fully inserted into, and clamped in, the terminal.

Without tearing the insulation back, the free wire shall be bent in every possible direction, but without making sharp bends round the guard.

If the conductor is at hazardous voltage, the free wire shall not touch any metal part which is accessible or is connected to an accessible metal part or, in the case of double insulated equipment, any metal part which is separated from accessible metal parts by supplementary insulation only.

If the conductor is connected to an earthing terminal, the free wire shall not touch any live part.

4. Prescriptions physiques

4.1 Stabilité et dangers mécaniques

4.1.1 Dans les conditions d'utilisation normale, le matériel ne doit pas devenir physiquement instable au point de pouvoir présenter un risque pour les opérateurs et le personnel chargé de l'entretien.

Si des moyens de stabilisation sûrs sont utilisés pour améliorer la stabilité lorsque des tiroirs, des portes, etc., sont ouverts, ils doivent fonctionner automatiquement lorsqu'ils sont associés à l'utilisation par l'opérateur. S'ils ne sont pas automatiques, 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 la quantité de substance dans la limite de leur capacité nominale, produisant les conditions les plus défavorables. Les roulettes lorsqu'elles sont utilisées lors du fonctionnement normal de l'unité, doivent être mises dans la position la plus défavorable.

- Une unité ne doit pas se renverser lorsqu'elle est inclinée de 10° par rapport à sa position verticale normale. Pendant cet essai les portes, tiroirs, etc., doivent être fermés ;
- Une unité 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 n'importe quelle direction, sauf vers le haut, à la hauteur la plus défavorable ne dépassant pas 2 m au-dessus du sol, les vérins étant en place (s'ils sont utilisés en fonctionnement normal) et toutes les portes, les tiroirs, etc., qui sont destinés à être ouverts par l'opérateur étant placés dans leur position la plus défavorable ;
- Une unité de 1 m ou plus de hauteur et de masse au moins égale à 25 kg ne doit pas se renverser lorsqu'une force égale à 20% de son poids, mais ne dépassant pas 250 N, est appliquée dans n'importe quelle direction, sauf vers le haut, à la hauteur la plus défavorable ne dépassant pas 2 m au-dessus du sol, les vérins étant en place (s'ils sont utilisés en fonctionnement normal) et toutes les portes, tiroirs, etc., qui sont destinés à être déplacés pour l'entretien, étant placés dans leur position la plus défavorable ;
- Une unité 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 n'importe quelle surface de travail horizontale, ou à une surface offrant une prise évidente à un pied, située à une hauteur ne dépassant pas 1 m au-dessus du sol. Les portes, tiroirs, etc., doivent être fermés pendant cet essai.

Lorsque des unités sont prévues pour être attachées l'une à l'autre sur le site et non pour être utilisées individuellement, il n'est pas nécessaire de prendre en considération la stabilité des unités individuelles.

Ces prescriptions ne s'appliquent pas lorsque les instructions pour l'installation d'une unité spécifient que le matériel doit être fixé à la structure du bâtiment avant la mise en fonctionnement.

4.1.2 Les parties mobiles des matériels doivent être disposées, enfermées ou protégées de façon qu'en usage normal soit assurée une protection appropriée des personnes contre les accidents.

En ce qui concerne les parties accessibles à l'opérateur des enveloppes mécaniques, cela doit être obtenu par l'une des méthodes de construction suivantes :

- montage de la partie de l'enveloppe sur l'ensemble de telle façon que la partie mobile dangereuse ne puisse être mise en fonctionnement lorsque la partie de l'enveloppe est enlevée ;
- fixation de la partie de l'enveloppe sur l'ensemble à l'aide d'attaches qui nécessitent l'aide d'un outil pour leur enlèvement ;
- utilisation de dispositifs de verrouillage pour protéger contre l'accès au risque de danger.

4. Physical requirements

4.1 Stability and mechanical hazards

4.1.1 Under conditions of normal use, units and equipment shall not become physically unstable to the degree that they may become a hazard to operators and service personnel.

If a reliable stabilizing means is used to improve stability when drawers, doors, etc. are opened, it shall be automatic in operation when associated with operator use. Where it is not automatic, suitable and conspicuous markings shall be provided to caution service personnel.

Compliance is checked by the following four tests, where relevant. Each test is carried out separately. During the tests, containers shall contain the amount of substance within their rated capacity producing the most disadvantageous condition. Castors, if used in the normal operation of the unit, shall be in their most unfavourable position.

- *A unit shall not overbalance when tilted to an angle of 10° from its normal upright position. Doors, drawers, etc. shall be closed during this test.*
- *A floor-standing unit shall not overbalance when a force equal to 20% of the weight of the unit, but not more than 250 N, is applied in any direction except upward, at the most unfavourable height not exceeding 2 m from the floor, with jacks in place (if used under normal conditions) and with all doors, drawers, etc. which are intended to be opened by the operator in their most unfavourable position.*
- *A unit 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 unit but not more than 250 N is applied in any direction except upward, at the most unfavourable height not exceeding 2 m from the floor, with jacks in place (if used under normal conditions) and all doors, drawers, etc. which may be moved for any servicing in their most unfavourable position.*
- *A floor-standing unit 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 an obvious foothold at a height not exceeding 1 m from the floor. Doors, drawers, etc. shall be closed during this test.*

Where units are designed to be fixed together on site and not used individually, the stability of individual units need not be considered.

These requirements are not applicable when the installation instructions for a unit specify that the equipment is to be secured to the building structure before operation.

4.1.2 Moving parts of equipment shall be so arranged or enclosed or guarded as to provide in normal use adequate protection against personal injury.

For operator accessible parts of mechanical enclosures, this shall be achieved by one of the following methods of construction :

- mounting the enclosure part on the assembly so that the hazardous moving part cannot be operated with the enclosure part removed ;
- securing the enclosure part to the assembly using fasteners requiring a tool for removal ;
- providing interlocks to protect against access to the hazard.

Une enveloppe mécanique doit être suffisamment complète 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.

Dans les matériels dans lesquels il n'est pas possible raisonnablement d'enfermer la partie mobile dangereuse parce que la destination du matériel serait altérée, une étiquette d'avertissement appropriée est considérée comme étant une protection convenable pourvu que le danger associé à la partie mobile soit évident pour l'opérateur et qu'en plus, lorsqu'il existe le risque que des doigts, des vêtements, des bijoux, etc., soient entraînés dans les parties mobiles (par exemple lorsque des pignons s'engrennent ou lorsqu'une courroie se déplace sur une poulie), un moyen approprié soit prévu pour couper l'alimentation de la partie mobile. L'étiquette d'avertissement et, lorsque cela s'applique, le moyen de couper l'alimentation, devraient être placés en évidence, facilement visibles et accessibles du point où le risque de blessure est le plus fort.

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 risque d'être la cause d'un danger.

La vérification est effectuée par examen et à l'exception des cas où une étiquette d'avertissement est prévue, par un essai avec le doigt d'épreuve (figure 10, page 164). Il ne doit pas être possible de toucher des parties mobiles dangereuses avec le doigt d'épreuve.

- 4.1.3 Les bords et les coins (sauf ceux qui sont nécessaires au fonctionnement propre du matériel) doivent être arrondis et rendus lisses (sans discontinuité brutale) lorsqu'ils risquent autrement d'être dangereux pour l'opérateur à cause de leur emplacement ou de leur application dans le matériel.

La vérification est effectuée par examen.

- 4.1.4 L'enveloppe mécanique d'une lampe à haute pression doit avoir une résistance suffisante pour contenir une explosion de la lampe, de façon à empêcher tout danger pour un opérateur ou une personne placée près du matériel pendant son utilisation normale ou l'entretien par l'opérateur.

Une lampe est considérée comme une lampe à haute pression si sa pression dépasse 0,2 MPa à froid ou 0,4 MPa en fonctionnement.

La vérification est effectuée par examen.

4.2 Résistance mécanique et relâchement des contraintes

- 4.2.1 Les enveloppes doivent avoir une résistance mécanique appropriée et doivent être construites de façon à pouvoir résister aux manipulations brutales auxquelles on peut s'attendre en utilisation normale.

Les critères d'acceptation sont donnés au paragraphe 4.2.7.

La vérification est effectuée pour tous les matériels par l'essai de force constante et l'essai de choc des paragraphes 4.2.2 à 4.2.4 qui sont applicables. Les matériels portatifs doivent aussi être soumis à l'essai de chute du paragraphe 4.2.5. En variante, la vérification de la conformité à ce paragraphe peut être effectuée par examen de la construction et des données disponibles.

Les essais ne doivent pas être effectués sur les poignées, leviers, boutons, le devant des tubes à rayons cathodiques (voir paragraphe 4.2.8) ni sur les couvercles transparents ou translucides des dispositifs indicateurs ou des dispositifs de mesure à moins que des parties sous tensions dangereuses ne soient accessibles au moyen du doigt d'épreuve (figure 10, page 164) si le couvercle ou l'enveloppe est enlevé.

- 4.2.2 Les enveloppes internes doivent être soumises pendant une durée de 5 s à une force constante de $30 \text{ N} \pm 3 \text{ N}$ appliquée au moyen d'une version droite et sans articulation du doigt d'épreuve (figure 10) à la partie sur ou dans le matériel complet ou sur un sous-ensemble séparé.

A mechanical enclosure 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.

In equipment where enclosing a hazardous moving part is not reasonably practicable because the intended function of the equipment would be impaired, a suitable warning label is considered to be adequate protection provided that the hazard associated with the moving part is obvious to the operator and, additionally, where the likelihood exists of fingers, clothing, jewellery, etc. being drawn into the moving parts (e.g. where gears mesh or a belt travels onto a pulley), that a suitable means be provided to de-energize the moving part. The warning label and, where relevant, the means of de-energizing, should be placed in a prominent position readily visible and accessible from the point where the risk of injury is highest.

Self-resetting thermal cut-outs or overcurrent protection devices, automatic timer starting, etc. shall not be incorporated if their unexpected resetting might cause danger.

Compliance is checked by inspection and, except where a warning label is provided, by a test with the test finger, Figure 10, page 165. It shall not be possible to touch hazardous 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 could otherwise be hazardous to operators because of location or application in the equipment.

Compliance is checked by inspection.

- 4.1.4 The mechanical enclosure of 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 when cold or 0.4 MPa when operating.

Compliance is checked by inspection.

4.2 Mechanical strength and stress relief

- 4.2.1 Enclosures shall have adequate mechanical strength and shall be so constructed as to withstand such rough handling as may be expected in normal use.

Acceptance criteria are given in Sub-clause 4.2.7.

Compliance is checked for all equipment by the relevant steady force and impact tests of Sub-clauses 4.2.2 to 4.2.4. Hand-held equipment shall also be subjected to the drop test of Sub-clause 4.2.5. Alternatively, compliance with this sub-clause may be checked by examination of the construction and available data.

The tests shall not be applied to handles, levers, knobs, the face of cathode ray tubes (see Sub-clause 4.2.8) or to transparent or translucent covers of indicating or measuring devices unless parts at hazardous voltage are accessible by means of the test finger (Figure 10, page 165) if the cover is removed.

- 4.2.2 Internal enclosures shall be subjected to a steady force of 30 ± 3 N for a period of 5 s applied by means of a straight unjointed version of the test finger (Figure 10) to the part on or within the complete equipment or on a separate sub-assembly.

4.2.3 Les enveloppes externes doivent être soumises pendant une durée de 5 s à une force de 250 ± 10 N appliquée à l'enveloppe fixée au matériel, au moyen d'un outil d'essai convenable assurant un contact sur une surface plane circulaire de 30 mm de diamètre.

4.2.4 Pour les matériels autres que les appareils portatifs (voir paragraphe 4.2.5), les surfaces externes des enveloppes dont la défaillance permettrait l'accès à des parties dangereuses doivent être essayées comme suit :

Un échantillon constitué par l'enveloppe complète ou par une partie de celle-ci représentant la plus grande surface non renforcée, doit être fixé dans sa position normale. Une sphère massive d'acier poli, d'environ 50 mm de diamètre et d'une masse de 500 ± 25 g, doit tomber librement sur l'échantillon d'une hauteur de 1300 mm en partant du repos (les surfaces verticales sont exemptées de cet essai).

De plus, la sphère d'acier doit être suspendue par une corde et balancée comme un pendule tombant d'une distance verticale de 1300 mm, dans le but d'appliquer un choc horizontal (voir figure 2). (Les surfaces horizontales sont exemptées de cet essai.)

Si l'essai au pendule n'est pas possible, les chocs horizontaux sur les surfaces verticales ou inclinées peuvent être simulés en montant l'échantillon à 90° de sa position normale et en effectuant l'essai de choc vertical au lieu de l'essai au pendule.

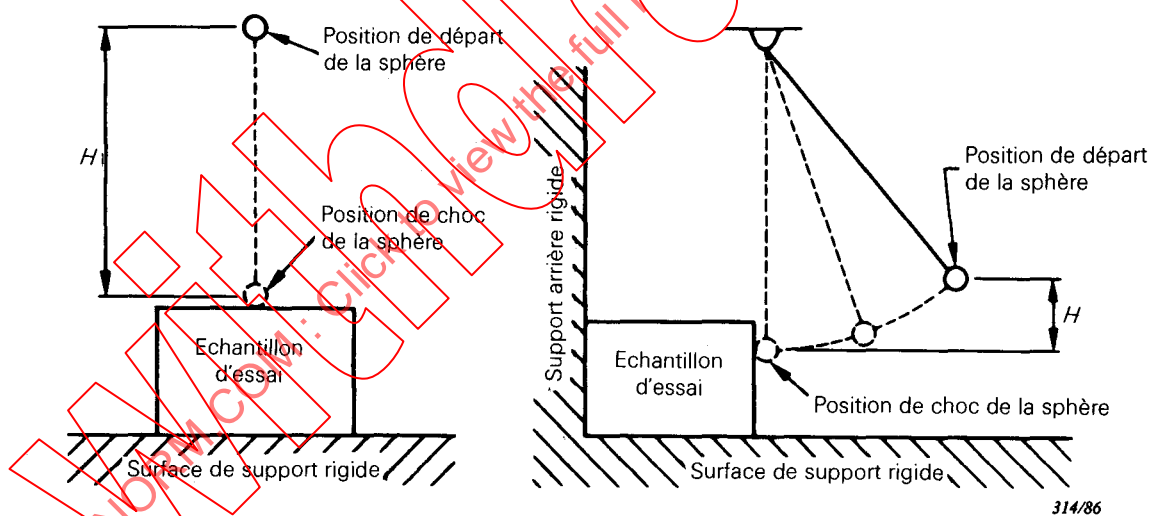


FIG. 2. – Essai de choc utilisant la sphère.

4.2.5 Les matériels portatifs doivent être soumis à un essai de chute. Un échantillon du matériel complet doit être soumis à trois impacts provoqués par leur chute d'une hauteur de 1 m sur une surface de bois dur dans les positions susceptibles d'entraîner les résultats les plus défavorables.

La surface de bois dur est composée d'un plancher de chêne à tenons et mortaises d'environ 18 mm d'épaisseur sur 75 mm de large, montée sur deux couches de contre-plaqué de 19 mm à 20 mm d'épaisseur chacune, le tout étant supporté par un sol de béton ou de matériau non élastique équivalent.

Il n'est pas exigé qu'à la fin de cet essai, le matériel soit encore en état de fonctionner.

- 4.2.3 External enclosures shall be subjected to a steady force of 250 ± 10 N for a period of 5 s, applied to the enclosure, fitted to the equipment, by means of a suitable test tool providing contact over a circular plane surface 30 mm in diameter.
- 4.2.4 Except for hand-held equipment (see Sub-clause 4.2.5) external surfaces of enclosures, the failure of which would give access to hazardous parts, shall be tested as follows:

A sample consisting of the complete enclosure or a portion thereof representing the largest unreinforced area shall be supported in its normal position. A solid smooth steel sphere, approximately 50 mm in diameter and with a mass of 500 ± 25 g, shall be allowed to fall freely from rest through a vertical distance of 1300 mm onto the sample. (Vertical surfaces are exempt from this test.)

In addition, the steel sphere shall be suspended by a cord and swung as a pendulum in order to apply a horizontal impact, dropping through a vertical distance of 1300 mm (see Figure 2). (Horizontal surfaces are exempt from this test.)

If the pendulum test is inconvenient, horizontal impacts on vertical or sloping surfaces may be simulated by mounting the sample at 90° to its normal position and applying the vertical impact test instead of the pendulum test.

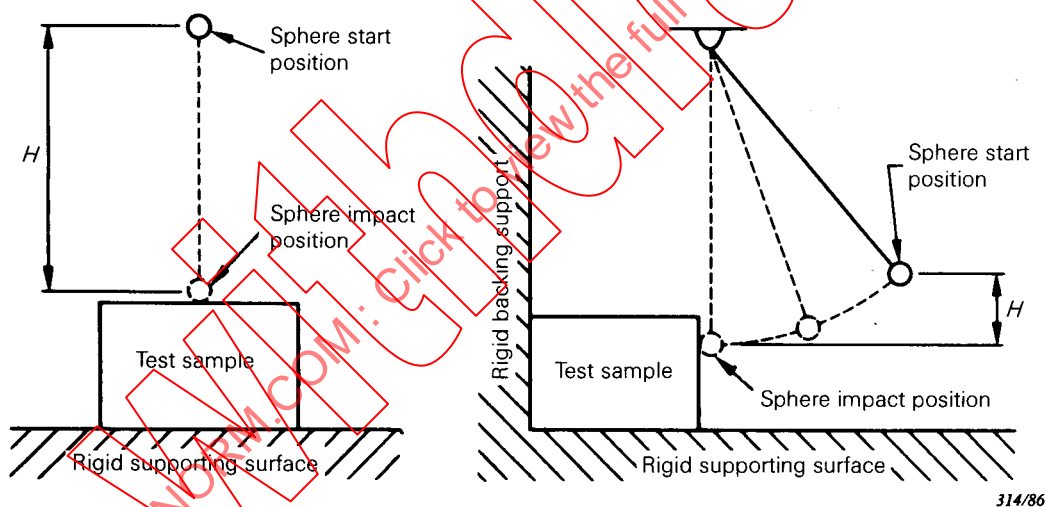


FIG. 2. – Impact test using sphere.

- 4.2.5 Hand-held equipment shall be subjected to a drop test. A sample of the complete equipment shall be subjected to three impacts that result from being dropped 1 m on to a hardwood surface in positions likely to produce the most adverse results.

The hardwood surface shall consist of a layer of tongued and grooved oak flooring approximately 13 mm thick by 57 mm wide, mounted on two layers of plywood each 19 mm to 20 mm thick, all supported on a concrete or equivalent non-resilient floor.

Upon conclusion of the test, the equipment need not be operational.

- 4.2.6 Les enveloppes réalisées en matières plastiques thermomoulées ou thermoformées doivent être construites de façon que toute contraction ou déformation du matériau due au relâchement des contraintes internes entraîné par les opérations de moulage ou de formage ne risque pas de provoquer l'exposition de parties dangereuses.

La vérification est effectuée soit par l'essai suivant soit par examen de la construction et des données disponibles.

Les sanctions de l'essai sont données au paragraphe 4.2.7.

Un échantillon constitué du matériel complet ou de l'enveloppe complète, avec toutes les structures de renfort est placé dans une étuve à circulation d'air et porté pendant 7 h à une température supérieure de 10 K à la température maximale observée sur l'enveloppe pendant l'essai du paragraphe 5.1, mais en aucun cas inférieure à 70 °C, puis laissé se refroidir à la température ambiante.

Pour les machines dont l'encombrement rend impossible l'essai de l'enveloppe complète, on pourra utiliser une partie de l'enveloppe représentative de l'assemblage complet quant à l'épaisseur, à la forme et à la présence éventuelle de pièces mécaniques de renfort.

Il n'est pas nécessaire de maintenir l'humidité relative pendant cet essai.

- 4.2.7 *Après les essais des paragraphes 4.2.2 à 4.2.6, l'échantillon doit satisfaire aux prescriptions des paragraphes 2.1.2, 2.1.5, 2.5.1, 2.5.2, 2.9, 3.2.5 et 4.1.2 et ne doit présenter aucun signe de perturbation des dispositifs de sécurité tels que les coupe-circuit thermiques, dispositifs de protection contre les surintensités ou dispositifs de verrouillage. En cas de doute, l'isolation supplémentaire ou l'isolation renforcée doit être soumise à un essai de rigidité diélectrique comme spécifié au paragraphe 5.3.2.*

Les endommagements de finition, les petites bosses et les écaillages de dimensions réduites qui ne perturbent pas la sécurité ou la protection contre la pénétration de l'eau, 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 une enveloppe séparée ou une partie d'enveloppe est utilisée pour un essai, il peut être nécessaire de la réassembler dans le matériel dans le but de vérifier la conformité.

- 4.2.8 *Résistance mécanique des tubes à rayons cathodiques*

Si des tubes à rayons cathodiques, dont la dimension maximale de l'écran est supérieure à 160 mm, sont inclus dans le matériel, les tubes à rayons cathodiques ou le matériel doivent être conformes aux prescriptions de la Publication 65 de la CEI pour la résistance mécanique et la protection contre l'effet des implosions.

La vérification est effectuée par examen, par des mesures et par les essais applicables de la Publication 65 de la CEI.

- 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 tension nécessite l'aide d'un outil, si un réglage incorrect provoque un danger.

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 contrôle accessibles nécessite l'aide d'un outil si un danger peut résulter d'un mauvais réglage involontaire.

La vérification est effectuée par un essai à la main.

- 4.2.6 Enclosures of moulded or formed thermoplastic materials shall be so constructed that any shrinkage or distortion of the material due to release of internal stresses caused by the moulding or forming operation does not result in the exposure of hazardous parts.

Compliance is checked either by the following test or by examination of the construction and of available data.

Acceptance criteria are given in Sub-clause 4.2.7.

A sample consisting of the complete equipment, or of the complete enclosure together with any supporting framework, shall be subjected in a circulating air oven to a temperature 10 K higher than the maximum temperature observed on the enclosure during the test of Sub-clause 5.1, but not less than 70 °C, for a period of 7 h, then allowed to cool to room temperature.

For large equipment where it is impractical to test a complete enclosure, a portion of the enclosure representative of the complete assembly with regard to thickness and shape, and including any mechanical support members, may be used.

Relative humidity need not be controlled during this test.

- 4.2.7 *After the tests of Sub-clauses 4.2.2 to 4.2.6, the sample shall comply with the requirements of Sub-clauses 2.1.2, 2.1.5, 2.5.1, 2.5.2, 2.9, 3.2.5 and 4.1.2, and shall show no signs of interference with the operation of safety features such as thermal cut-outs, overcurrent protection devices or interlocks. In case of doubt, supplementary or reinforced insulation shall be subjected to an electric strength test as specified in Sub-clause 5.3.2.*

Damage to finish, dents and chips that do not adversely affect safety or protection against water, cracks not visible to the naked eye, and surface cracks in fibre-reinforced mouldings and the like, shall be ignored.

If a separate enclosure or part of an enclosure is used for a test, it may be necessary to reassemble such parts on the equipment in order to check compliance.

4.2.8 *Mechanical strength of cathode ray tubes*

Where cathode ray tubes having a maximum face dimension exceeding 160 mm are included in the equipment, the cathode ray tubes or the equipment, or both, shall comply with the requirements of IEC Publication 65 for mechanical strength and protection against the effects of implosion.

Compliance is checked by inspection, by measurement and by the relevant tests of IEC Publication 65.

4.3 *Construction 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 hazard.

Compliance is checked by manual test.

- 4.3.2 Equipment shall be so constructed that manual adjustment of accessible control devices requires the use of a tool if inadvertent adjustment might create a hazard.

Compliance is checked by manual test.

- 4.3.3 Le matériel doit être construit de façon que soient réduits au minimum les risques de dangers dus à l'entrée par le fond d'objets solides ou de liquides renversés sur la surface d'appui.

La vérification est effectuée par examen.

Un matériel est considéré comme satisfaisant à cette prescription si toutes les parties sous tensions dangereuses sont à une distance d'au moins 6 mm de la surface d'appui, mesurée verticalement à travers toute ouverture.

- 4.3.4 Les matériels produisant de la poussière (par exemple de la poussière de papier) ou utilisant des poudres, des liquides ou des gaz doivent être construits de telle façon qu'aucune concentration dangereuse de ces matières ne puisse exister et qu'aucun danger au sens de la présente norme ne soit créé par la condensation, la vaporisation, les fuites, le débordement ou la corrosion pendant le fonctionnement normal, le stockage, le remplissage ou la vidange. En particulier, les lignes de fuite et distances dans l'air ne doivent pas être réduites à des valeurs inférieures aux prescriptions du paragraphe 2.9.

La vérification est effectuée par examen et, lorsque le débordement de liquides pourrait affecter l'isolation électrique pendant le remplissage, par l'essai suivant et, pour les liquides inflammables, par les essais du paragraphe 4.4.7.

Les matériels doivent être prêts à être utilisés suivant les instructions d'installation, mais ils ne doivent pas être mis sous tension.

Le réservoir du matériel doit être complètement rempli du liquide spécifié par le constructeur et une quantité supplémentaire, égale à 15% de la capacité du récipient, doit être versée graduellement en 1 min. Pour les réservoirs dont la capacité ne dépasse pas 250 ml et pour les réservoirs sans évacuation et pour lesquels il n'est pas possible d'observer le remplissage de l'extérieur, une quantité supplémentaire de liquide égale à la capacité du réservoir doit être versée graduellement en 1 min.

Immédiatement après cette épreuve, la machine doit satisfaire à un essai de rigidité diélectrique comme spécifié au paragraphe 5.3.2 sur toute isolation sur laquelle le débordement pourrait avoir eu lieu et l'examen doit montrer que le liquide n'a pas créé de danger dans le cadre de la présente norme.

Le matériel doit être placé pendant 24 h dans une atmosphère normale de salle d'essais avant de subir tout nouvel essai diélectrique.

- 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 constitutifs analogues, ils ne doivent pas pouvoir être montés dans une position incorrecte si ceci 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 comme indiqué ci-dessous.

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 pour les organes de manœuvre des éléments constitutifs électriques,*
- 20 N dans les autres cas.*

Si la forme est telle qu'un effort de traction est susceptible d'être appliqué, la force doit être de :

- 30 N pour les organes de manœuvre des éléments constitutifs 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.

- 4.3.3 Equipment shall be so constructed as to minimize the risk of a hazard due to the entry from below of solid objects or of liquids spilt onto the surface supporting the equipment.

Compliance is checked by inspection.

Equipment is considered to satisfy this requirement if all parts at a hazardous voltage are at least 6 mm from the supporting surface, measured vertically through any opening.

- 4.3.4 Equipment producing dust (e.g. paper dust) or employing powders, liquids or gases shall be so constructed that no dangerous concentration of these materials can exist and that no hazard within the meaning of this standard is created by condensation, vaporization, leakage, spillage or corrosion during normal operation, storage, filling or emptying. In particular, creepage distances and clearances shall not be reduced below the requirements of Sub-clause 2.9.

Compliance is checked by inspection and, where spillage of liquid could affect electrical insulation during replenishment, by the following test and, for flammable liquids, by the tests of Sub-clause 4.4.7.

The equipment shall be ready to use according to its installation instructions, but not energized.

The liquid container of the equipment shall be completely filled with the liquid specified by the manufacturer, and a further quantity, equal to 15% of the capacity of the container, shall be poured in steadily over a period of 1 min. For liquid containers having a capacity not exceeding 250 ml, and for containers without drainage and for which the filling cannot be observed from outside, a further quantity of liquid, equal to the capacity of the container, shall be poured in steadily over a period of 1 min.

Immediately after this treatment, the equipment shall withstand an electric strength test as specified in Sub-clause 5.3.2 on any insulation on which spillage could have occurred and inspection shall show that the liquid has not created a hazard within the meaning of this standard.

The equipment shall be allowed to stand in normal test-room atmosphere for 24 h before being subjected to any further electrical test.

- 4.3.5 Handles, knobs, grips, levers and the like shall be reliably fixed 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 as follows.

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 the 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 the 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 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 Lorsqu'un manchon est utilisé comme isolation supplémentaire sur des conducteurs internes, il doit être maintenu en position par des moyens efficaces.

Un manchon est considéré comme maintenu par des moyens efficaces s'il est nécessaire de le casser ou de le couper pour l'enlèvement 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 Aucun intervalle d'une largeur supérieure à 0,3 mm dans une isolation supplémentaire ne doit coïncider avec un intervalle similaire dans une isolation principale et un tel intervalle dans une isolation renforcée ne doit pas donner accès direct à des parties sous tension dangereuse.

La vérification est effectuée par examen et par des mesures.

- 4.3.9 Le matériel doit être construit de façon que si un fil quelconque, une vis, un écrou, une rondelle, un ressort ou une pièce analogue se desserre ou se détache, il ne puisse, 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 des valeurs inférieures aux valeurs spécifiées au paragraphe 2.9.

La vérification est effectuée par examen, par des mesures et par un essai à la main.

Pour la vérification de la conformité :

- il est supposé que deux fixations indépendantes ne se desserreront pas simultanément ;
- il est supposé que les parties fixées au moyen de vis ou d'écrous avec des rondelles de blocage ou d'autres moyens de blocage ne sont considérées 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 convenablement fixés à moins qu'ils ne soient maintenus en place à proximité de l'extrémité, indépendamment de la connexion soudée ;
- les fils connectés aux bornes ne sont pas considérés comme convenablement 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 ou à moins que les fils ne soient équipés de connexions d'extrémité (par exemple des œillets sertis sur les conducteurs, ou un organe analogue) qui ne sont pas susceptibles de se libérer ;
- 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.

- 4.3.10 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 2.9, si une craquelure quelconque se produit.

La vérification est effectuée par examen et par des mesures.

- 4.3.11 Lorsque les conducteurs internes, les enroulements, les collecteurs, les bagues et les organes analogues, et l'isolation en général, sont exposés à l'huile, à la graisse et à des substances similaires, l'isolation doit avoir des propriétés adéquates pour résister à la détérioration dans ces conditions.

La vérification est effectuée par examen.

- 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 Where sleeving is used as supplementary insulation on internal wiring, it shall be retained in position by positive means.

A sleeve is considered to be retained by positive means if it can be removed only by breaking or cutting or if it is clamped at both ends.

Compliance is checked by inspection and by manual test.

- 4.3.8 Any gap with a width greater than 0.3 mm in supplementary insulation shall not coincide with any such gap in basic insulation, nor shall any such gap in reinforced insulation give straight access to parts at hazardous voltage.

Compliance is checked by inspection and by measurement.

- 4.3.9 Equipment 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 the values specified in Sub-clause 2.9.

Compliance is checked by inspection, by measurement and by manual test.

For the purpose of assessing compliance :

- it is assumed that two independent fixings will not become loose at the same time ;
- it is assumed that parts fixed by means of screws or nuts provided with self-locking washers or other means of locking are not liable to become loose, provided these screws or nuts are not required to be removed during the replacement of the supply flexible cable or 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 soldered connection ;
- wires connected to terminals are not considered to be adequately secured unless either 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 ; or the wires are provided with terminators (e.g. ring lugs crimped onto the conductors, or the like) which are unlikely to become free ;
- short rigid wires are not regarded as likely to come away from a terminal if they remain in position when the terminal screw is loosened.

- 4.3.10 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 or reinforced 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 if any cracks occur.

Compliance is checked by inspection and by measurement.

- 4.3.11 Where internal wiring, windings, commutators, slip-rings and the like, and insulation in general, are exposed to oil, grease or similar substances, the insulation shall have adequate properties to resist deterioration under these conditions.

Compliance is checked by inspection.

- 4.3.12 Les matériels pouvant produire des rayonnements ionisants, ou de la lumière ultraviolette ou dans lesquels se trouvent des liquides inflammables, des gaz inflammables ou des dangers analogues, doivent être conçus de façon à empêcher les effets nuisibles pour les personnes et la détérioration des matériaux affectant la sécurité.

Pour les cas autres que les rayonnements ionisants, la vérification est effectuée par examen.

Pour les rayonnements ionisants, la vérification est effectuée par l'essai de l'annexe H.

- 4.3.13 Les assemblages et les connexions électriques ou autres réalisés au moyen de vis doivent être capables de résister aux efforts mécaniques qui se produisent en usage normal si leur desserrage ou leur défaillance risque d'affecter la sécurité.

La vérification est effectuée par examen.

Des rondelles élastiques et organes analogues peuvent assurer un serrage satisfaisant.

- 4.3.14 Lorsque une pression est prescrite pour un contact électrique une vis doit engager au moins deux filets complets dans une tôle métallique, un écrou métallique ou un insert métallique. Les vis en matériau isolant ne doivent pas être utilisées lorsque les connexions électriques, y compris la mise à la terre de protection, sont concernées, ou lorsque leur remplacement par des vis métalliques peut affecter l'isolation supplémentaire ou l'isolation renforcée. Lorsque des vis en matériau isolant contribuent à d'autres aspects de la sécurité elles doivent avoir au moins deux filets complètement engagés.

La vérification est effectuée par examen.

- 4.3.15 Les connexions électriques doivent être disposées de façon que la pression de contact ne se transmette pas par l'intermédiaire de matériaux isolants sauf si un retrait éventuel ou une déformation de la matière isolante est susceptible d'être compensé par une élasticité suffisante des parties métalliques.

La vérification est effectuée par examen.

- 4.3.16 L'extrémité d'un conducteur à âme câblée ne doit pas être consolidée avec de la soudure tendre aux endroits où le conducteur est soumis à une pression de contact à moins que la méthode de fixation soit conçue de façon à prévenir le risque d'un mauvais contact dû au fluage à froid de la soudure.

La vérification est effectuée par examen.

Les bornes à ressorts qui compensent le fluage à froid sont considérées comme satisfaisant à cette prescription.

Le fait d'empêcher les vis de blocage de tourner n'est pas considéré comme suffisant.

- 4.3.17 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. De plus ces vis ne doivent 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 sont autorisées pour assurer la continuité de la mise à la terre, mais dans ce cas, il ne doit pas être nécessaire, d'interrompre la connexion en usage normal et deux vis au moins doivent être utilisées pour chaque connexion.

La vérification est effectuée par examen.

- 4.3.12 Equipment that can generate ionizing radiation or ultraviolet 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.

Except for ionizing radiation, compliance is checked by inspection.

For ionizing radiation compliance is checked by the test in Appendix H.

- 4.3.13 Screwed connections, electrical or otherwise, shall withstand the mechanical stresses occurring in normal use, if their loosening or failure could affect safety.

Compliance is checked by inspection.

Spring washers and the like may provide satisfactory locking.

- 4.3.14 Where electrical contact pressure is required, a screw shall engage at least two complete threads into a metal plate or a metal nut or a metal insert. Screws of insulating material shall not be used where electrical connections including protective earthing are involved, nor where their replacement by metal screws could impair supplementary or reinforced insulation. Where screws of insulating material contribute to other safety aspects, they shall be engaged by at least two complete threads.

Compliance is checked by inspection.

- 4.3.15 Electrical connections shall be so designed that contact pressure is not transmitted through insulating material unless there is sufficient resilience in the metallic parts to compensate for any possible shrinkage or distortion of the insulating material.

Compliance is checked by inspection.

- 4.3.16 The end of a stranded conductor shall not be consolidated by soft soldering at places where the conductor is subject to contact pressure unless the method of clamping is designed so as to obviate the risk of a bad contact due to cold flow of the solder.

Compliance is checked by inspection.

Spring terminals that compensate for the cold flow are deemed to satisfy this requirement.

Preventing the clamping screws from rotating is not considered adequate.

- 4.3.17 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. Moreover, such screws shall not be used if they are operated by the user or installer unless the thread is formed by a swaging action.

Thread-cutting and spaced thread screws are permitted to provide earthing continuity but in such cases it shall not be necessary to disturb the connection in normal use and at least two screws shall be used for each connection.

Compliance is checked by inspection.

4.3.18 Les ouvertures aménagées verticalement au-dessus de parties nues sous tension dangereuse sur le dessus de l'enveloppe contre le feu ou de l'enveloppe électrique ne doivent pas avoir de dimension supérieure à 5 mm, à moins que leur configuration n'empêche un accès vertical à de telles parties par exemple au moyen d'une trappe ou d'un dispositif analogue (voir figure 3).

La vérification est effectuée par examen et par des mesures.

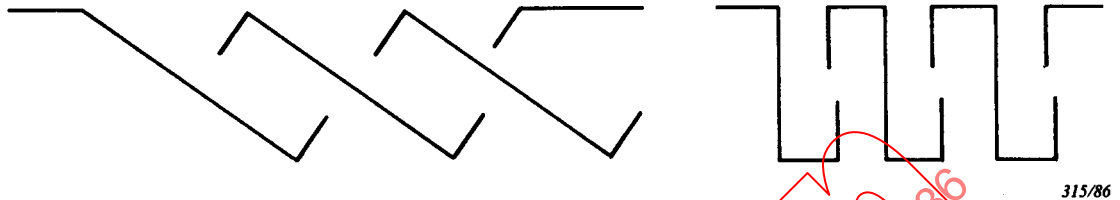


FIG. 3. – Exemples de coupes d'ouvertures empêchant un accès vertical.

4.3.19 Toute ouverture dans une paroi latérale d'une enveloppe contre le feu ou d'une enveloppe électrique doit soit :

- n'avoir aucune dimension supérieure à 5 mm ;
- être construite de façon que l'entrée d'un corps étranger soit empêchée ;
- être située de façon que les corps étrangers entrant dans l'enveloppe n'entrent pas en contact avec des parties nues sous tensions dangereuses.

La vérification est effectuée par examen.

Si une portion d'une paroi latérale d'une enveloppe contre le feu est dans une surface correspondant à l'angle de 5° de la figure 6, page 140, les limites figurant au paragraphe 4.4.5 sur les dimensions des ouvertures dans le fond des enveloppes contre le feu sont également applicables à cette portion de paroi verticale.

Des volets en grille-écran peuvent être utilisés si leur forme est telle qu'ils détournent vers l'extérieur des objets tombants (voir figure 4).

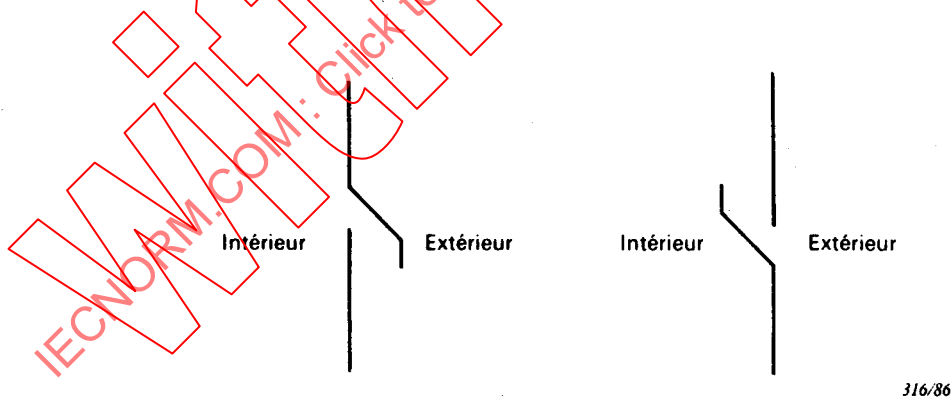


FIG. 4. – Exemples de volets en grille-écran.

4.3.20 A l'intérieur d'une unité ou d'un système du fabricant, les fiches et les socles susceptibles d'être manipulés par l'opérateur ou le personnel d'entretien ne doivent pas être utilisés d'une manière susceptible de créer un danger par suite d'un mauvais assemblage. Le clavetage, l'emplacement ou, dans le cas de prises mobiles de connecteurs accessibles uniquement au personnel d'entretien, un marquage en clair peuvent être utilisés pour satisfaire à cette prescription.

La vérification est effectuée par examen.

- 4.3.18 Openings vertically above bare parts at hazardous voltages in the top of a fire enclosure or an electrical enclosure shall not exceed 5 mm in any dimension unless the construction prevents vertical access to such parts, for example by means of a trap or similar restriction (see Figure 3).

Compliance is checked by inspection and measurement.

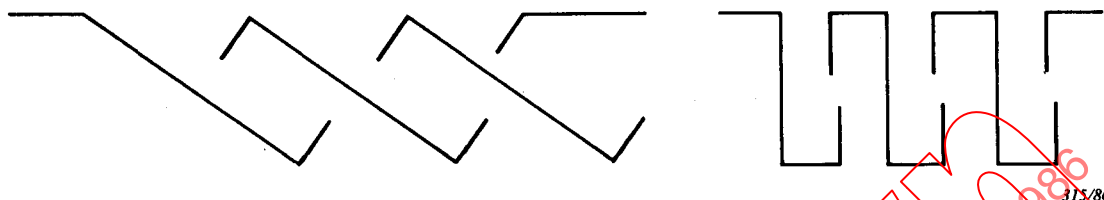


FIG. 3. – Examples of cross-sections of designs of openings preventing vertical access.

- 4.3.19 Any opening in the side of a fire enclosure or an electrical enclosure shall either :

- not exceed 5 mm in any dimension, or
- be so constructed that entry of a foreign object will be prevented, or
- be so located that foreign objects entering the enclosure will not contact bare parts at hazardous voltages.

Compliance is checked by inspection.

If a portion of the side of a fire enclosure falls within the area as traced out by the 5° angle in Figure 6, page 141, the limitations in Sub-clause 4.4.5 on sizes of openings in bottoms of fire enclosures also apply to this portion of the side.

Louvres may be used if shaped to deflect an external falling object outward (see Figure 4).

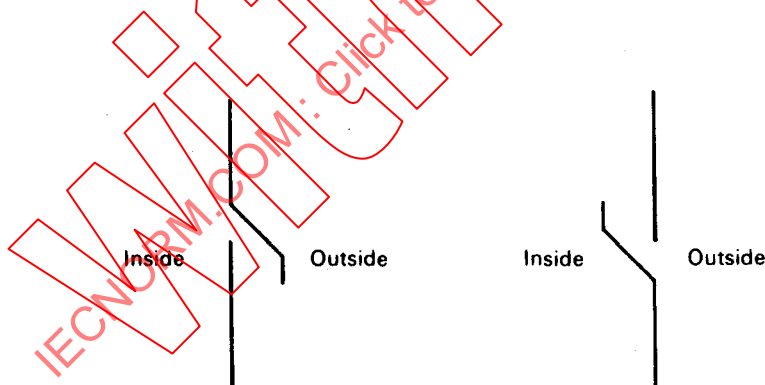


FIG. 4. – Examples of louvre design.

- 4.3.20 Within a manufacturer's unit or system, plugs and sockets likely to be used by the operator or by service personnel shall not be employed in a manner likely to create a hazard due to mismatching. Keying, location, or in the case of connectors accessible only to service personnel, clear marking, may be used to meet the requirement.

Compliance is checked by inspection.

- 4.3.21 Un matériel prévu pour être relié directement à un socle de prise de courant mural et dont le poids est à supporter par les broches ne doit pas imposer un effort excessif au socle.

La vérification est effectuée par examen et, en cas de doute, par l'essai suivant :

Le matériel doit être introduit, comme dans les conditions normales d'emploi, dans un socle sans contact de terre, qui peut pivoter autour d'un axe horizontal coupant les axes des alvéoles à une distance de 8 mm en arrière de la surface d'engagement du socle. Le couple de torsion supplémentaire qui doit être appliqué au socle pour maintenir la surface d'engagement dans le plan vertical ne doit pas dépasser 0,25 Nm.

- 4.3.22 Les matériels qui, en usage normal, contiennent un liquide, doivent comporter des dispositions de sécurité appropriées pour éviter l'apparition d'une pression excessive.

La vérification est effectuée par examen et, si nécessaire, par un essai approprié.

- 4.3.23 Les éléments chauffants des matériels de la classe I, doivent être protégés de façon que dans les conditions de défaut de terre, il ne puisse y avoir un danger d'incendie par élévation excessive de température. Dans de tels matériels, les dispositifs thermosensibles, s'il y en a, doivent couper tous les conducteurs de phase alimentant les éléments chauffants.

Des dispositifs thermosensibles doivent aussi couper le conducteur de neutre :

- a) sur le matériel alimenté à partir d'un schéma d'alimentation IT ;
- b) sur le matériel alimenté par un connecteur ou par une fiche de prise de courant réversible ;

— sur le matériel alimenté au travers d'un socle de polarité indéterminé.

Dans les cas b) et c), cette prescription peut être satisfaite en connectant un thermostat sur un conducteur et un coupe-circuit thermique dans l'autre conducteur.

La vérification est effectuée par examen.

4.4 Résistance au feu

4.4.1 Méthodes pour obtenir cette résistance

Lors de l'application des prescriptions de la présente norme, les matériaux plastiques cellulaires de classe HF1 sont considérés comme meilleurs que ceux de classe HF2 et les matériaux de classe HF2 meilleurs que ceux de classe HBF.

De façon analogue, les autres matériaux y compris la mousse rigide, des classes 5V et V-0 sont considérés comme meilleurs que ceux de classe V-1, les matériaux de classe V-1 meilleurs que ceux de classe V-2, et les matériaux de classe V-2 meilleurs que ceux de classe HB.

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. Ceci est obtenu comme suit :

- 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) ;
- en utilisant des matériaux peu inflammables pour les parties internes (paragraphe 4.4.3) ;
- en utilisant des enveloppes et des parties décoratives peu inflammables (paragraphe 4.4.4) ;
- en utilisant des enveloppes contre le feu pour limiter la propagation du feu venant du matériel (paragraphes 4.4.5 et 4.4.6).

En variante aux prescriptions des paragraphes 4.4.2 et 4.4.3, le matériel est considéré comme fournissant une protection équivalente s'il satisfait aux prescriptions appropriées du paragraphe 5.4.6 troisième alinéa marqué d'un tiret. Voir également la dernière note du paragraphe 5.4.1.

- 4.3.21 Equipment which is intended to plug directly into a wall socket-outlet, and where the weight of the equipment is to be taken by the pins, shall not impose undue strain on the socket-outlet.

Compliance is checked by inspection and, in cases of doubt, by the following test.

The equipment shall be inserted, as in normal use, into a fixed socket-outlet without earthing contact, which can be pivoted about a horizontal axis intersecting the centre lines of the contact tubes at a distance of 8 mm behind the engagement face of the socket-outlet. The additional torque which has to be applied to the socket-outlet to maintain the engagement face in the vertical plane shall not exceed 0.25 N.m.

- 4.3.22 Equipment that, in normal use, contains liquid shall incorporate adequate safeguards against the risk of build-up of excessive pressure.

Compliance is checked by inspection and, if necessary, by an appropriate test.

- 4.3.23 Heating elements in Class I equipment shall be protected so that, under earth fault conditions, a fire hazard due to overheating is prevented. In such equipment, temperature sensing devices, if any, shall disconnect all phase conductors supplying the heating elements.

The temperature sensing devices shall also disconnect the neutral conductor :

- a) on equipment supplied from an IT power system ;
- b) on pluggable equipment supplied through a reversible appliance coupler or a reversible plug ;
- on equipment supplied from a socket-outlet with indeterminate polarity.

In cases b) and c), this requirement may be met by connecting a thermostat in one conductor and a thermal cut-out in the other conductor.

Compliance is checked by inspection.

4.4 Resistance to fire

4.4.1 Methods of achieving resistance

When applying the requirements in this standard, foamed materials of Class HF-1 are regarded as better than those of Class HF-2, and HF-2 better than HBF.

Similarly, other materials, including rigid (engineering structural) foam, of Classes 5V or V-0 are regarded as better than those of Class V-1, V-1 better than V-2, and V-2 better than HB.

This sub-clause specifies requirements intended to minimize the risk of ignition and the spread of flame, both within the equipment and to the outside. This is achieved as follows :

- by avoiding high temperatures where this is possible, or by shielding or spacing flammable materials from high temperature parts (Sub-clause 4.4.2) ;
- by using materials of low flammability for internal parts (Sub-clause 4.4.3) ;
- by using enclosures and decorative parts of low flammability (Sub-clause 4.4.4) ;
- by using fire enclosures to limit the spread of fire from the equipment (Sub-clauses 4.4.5 and 4.4.6).

As an alternative to meeting the requirements of Sub-clauses 4.4.2 and 4.4.3, the equipment is considered to provide equivalent protection if it meets the requirements of Sub-clause 5.4.6, third dashed paragraph. See also the note to Sub-clause 5.4.1.

4.4.2 Limitation du risque d'inflammation

Le risque d'inflammation dû aux températures élevées doit être réduit au minimum par l'utilisation appropriée d'éléments constitutants et par une construction convenable.

Les éléments constitutants électriques doivent être utilisés de façon que leur température maximale de service dans les conditions de charge normale soit inférieure à celle qui est nécessaire pour entraîner l'inflammation des matériaux environnants ou des lubrifiants avec lesquels ils sont susceptibles d'entrer en contact. Les limites du paragraphe 5.1 ne doivent pas être dépassées pour les matériaux environnants.

Les éléments constitutants fonctionnant à hautes températures doivent être efficacement enfermés ou séparés pour éviter la surchauffe des matériaux et des 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 d'inflammabilité au moins égale à la classe V-1 (voir article A6) et doivent être séparés des matériaux moins résistants au feu par une distance dans l'air d'au moins 13 mm.

Voir également paragraphe 1.5.4.

La vérification est effectuée par examen et, si nécessaire, par un essai.

4.4.3 Inflammabilité des matériaux et des éléments constitutants

Les éléments constitutants et les parties à l'intérieur d'une enveloppe contre le feu doivent être construits de façon telle ou utiliser des matériaux tels que la propagation du feu soit réduite au minimum.

Sauf dans les cas spécifiés au paragraphe 1.5.4 et ailleurs au paragraphe 4.4.3, tous les matériaux et éléments constitutants doivent être d'une classe d'inflammabilité au moins égale à V-2 (voir article A6) ou HF-2 (voir article A7).

Il n'est pas besoin d'appliquer ces prescriptions d'inflammabilité aux matériaux et aux éléments constitutants situés à l'intérieur d'une enveloppe de volume inférieur ou égal à 0,06 m³, réalisée entièrement en métal et sans ouvertures de ventilation, ou à l'intérieur d'une unité hermétique contenant un gaz inerte.

Lorsque une norme de la CEI applicable aux éléments constitutants comprend des prescriptions concernant l'inflammabilité, les éléments constitutants satisfaisant à de telles prescriptions sont exemptés.

Un faisceau de câbles doit comprendre des matériaux de classe d'inflammabilité au moins égale à V-2 ou des matériaux qui satisfont aux prescriptions concernant l'inflammabilité contenues dans les normes applicables de la CEI. Sont exemptés de cette prescription :

- Les isolants PVC, TFE, PTFE, FEP et néoprène sur le câblage ;
- les colliers individuels (à l'exclusion des revêtements hélicoïdaux ou autres revêtements continus), des rubans de laçage, des attaches de câbles ou de torons.

Il convient que les manchons d'arrêt de traction et de torsion utilisés sur des câbles d'alimentation recouverts de polychlorure de vinyle soient d'une classe d'inflammabilité au moins égale à la classe HB (voir article A8).

Les boîtiers d'indicateurs (à condition qu'ils soient jugés par ailleurs propres à recevoir des parties sous tension), les cadrans d'indicateurs et les lampes ou les cabochons de signalisation sont exemptés des prescriptions relatives à l'inflammabilité.

Les assemblages de filtres à air doivent être construits en matériaux de classe d'inflammabilité au moins égale à la classe V-2 ou à la classe HF-2 sauf dans les cas suivants :

- les assemblages de filtres à air dans les systèmes fermés n'ont pas besoin de satisfaire à cette prescription.

Un système fermé est un système à circulation d'air qui, bien que pas nécessairement étanche à l'air, n'est pas destiné à avoir de communication avec l'extérieur de l'enveloppe contre le feu.

4.4.2 *Minimizing the risk of ignition*

The risk of ignition due to high temperature shall be minimized by the appropriate use of components and by suitable construction.

Electrical components shall be used so that their maximum working temperature under normal load conditions is less than that necessary to cause ignition to their surroundings or lubricating materials with which they are likely to come into contact. The limits in Sub-clause 5.1 shall not be exceeded for the surrounding material.

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 V-1 (see Clause A6), or better, and shall be separated from less fire-resistant material by at least 13 mm of air.

See also Sub-clause 1.5.4.

Compliance is checked by inspection and, where necessary, by test.

4.4.3 *Flammability of materials and components*

Components and parts inside a fire enclosure shall be so constructed, or shall make use of such materials, that the propagation of fire is minimized.

Except as specified in Sub-clause 1.5.4 and elsewhere in Sub-clause 4.4.3, all materials and components shall have a flammability Class of V-2 (see Clause A6), or better, or of HF-2 (see Clause A7), or better.

These flammability requirements need not be applied to materials and components within an enclosure of 0.06 m³ or less consisting totally of metal and having no ventilation openings, or within a sealed unit containing an inert gas.

Where a relevant IEC component standard includes flammability requirements, components meeting such requirements are exempted.

A wiring harness shall comprise individual materials which are of flammability Class V-2, or better, or which comply with the flammability requirements of relevant IEC standards. Exempt from this requirement are:

- PVC, TFE, PTFE, FEP, and neoprene insulation on wiring;
- individual clamps (not including helical wraps or other continuous forms), lacing tape, twine and cable ties.

Cord anchorage bushings applied over PVC jacketed power supply cords should be of flammability Class HB (see Clause A8), or better.

Meter cases (if otherwise determined to be suitable for mounting of parts at hazardous voltage), meter faces and indicator lamps or jewels are exempt from flammability requirements.

Air filter assemblies shall be constructed of materials of flammability Class V-2, or better, or of HF-2, or better, except that:

- air filter assemblies in closed systems need not comply with this requirement.

A closed system is an air circulating system that, although not necessarily airtight, is not intended to be vented outside the fire enclosure.

- les armatures des filtres à air peuvent être réalisées en matériaux de classe d'inflammabilité HB à condition qu'elles soient séparées par au moins 13 mm d'air ou par un écran solide en matériau de classe d'inflammabilité au moins égale à la classe V-1, des parties électriques (autres que les fils et câbles isolés) qui, dans des conditions de défaut, sont susceptibles d'engendrer une température qui pourrait provoquer une inflammation ;
- Les assemblages de filtres à air situés à l'extérieur des enveloppes contre le feu peuvent être réalisés en matériaux de classe d'inflammabilité au moins égale à la classe HB ou à la classe HBF (voir article A7).

Les parties ci-après sont exemptées de la prescription pour les classes d'inflammabilité V-2 ou HF-2 pourvu qu'elles soient séparées par au moins 13 mm d'air ou par un écran solide en matériau de classe d'inflammabilité au moins égale à la classe V-1, des parties électriques (autres que les fils et câbles isolés) qui, dans des conditions de défaut, sont susceptibles d'engendrer une température qui pourrait provoquer une inflammation :

- les engrenages, cames, courroies, paliers et autres petites parties qui ne constituent qu'un apport négligeable de combustible dans un incendie ;
- les canalisations pour les circuits d'air ou de fluides et les parties en plastique cellulaire pourvu qu'elles soient d'une classe d'inflammabilité au moins égale à la classe HB ou à la classe HBF.

Les circuits intégrés, les transistors, les opto-coupleurs, les condensateurs et autres petites parties sont exemptés des prescriptions de classe d'inflammabilité V-2 si ces parties sont montées sur un matériau de classe d'inflammabilité au moins égale à la classe V-1.

En considérant comment minimiser la propagation du feu et quelles sont les « petites parties », il y a lieu de tenir compte de l'effet cumulatif des petites parties lorsqu'elles sont adjacentes et également la possibilité de propagation d'une partie à une autre.

La vérification est effectuée par examen et, si nécessaire, par les essais correspondants de l'annexe A.

4.4.4 Matériaux pour les enveloppes et les parties décoratives

Les matériaux utilisés pour les enveloppes des matériels doivent être tels que le risque d'inflammation et la propagation du feu ou des flammes soit réduit au minimum.

Les matériaux métalliques et céramiques et le verre, trempé, armé ou laminé sont considérés comme conformes sans essai.

Les enveloppes mécaniques ou électriques ou les parties de telles enveloppes à l'extérieur des enveloppes contre le feu et les parties décoratives doivent être d'une classe d'inflammabilité au moins égale à la classe HB (voir article A8).

Pour de telles enveloppes ou parties d'enveloppes placées à l'intérieur des enveloppes contre le feu, les prescriptions du paragraphe 4.4.3 sont plus sévères.

Pour les matériels mobiles ayant une masse totale ne dépassant pas 18 kg, les enveloppes contre le feu sont considérées comme conformes sans essai si dans la plus petite épaisseur utilisée, le matériau est d'une classe d'inflammabilité au moins égale à la classe V-1 (voir article A6). En variante, de telles enveloppes contre le feu sont considérées comme satisfaisantes si elles satisfont à l'essai de l'article A2.

Pour les matériels mobiles ayant une masse totale dépassant 18 kg et pour tous les matériels fixes, les enveloppes contre le feu sont considérées comme conformes sans essai si dans la plus petite épaisseur utilisée, le matériau est d'une classe d'inflammabilité au moins égale à la classe 5V (voir article A9). En variante, les enveloppes sont considérées comme satisfaisantes si elles satisfont à l'essai de l'article A1.

- air filter frames may be constructed of materials of flammability Class HB provided that they are separated from electrical parts (other than insulated wires and cables) which under fault conditions are likely to produce a temperature that could cause ignition, by at least 13 mm of air or by a solid barrier of material of flammability Class V-1, or better.
- air filter assemblies located external to the fire enclosure may be constructed of materials of flammability Class HB, or better, or flammability Class HBF (see Clause A7), or better.

The following parts are exempt from the requirement for flammability Class V-2 or HF-2 provided that they are separated from electrical parts (other than insulated wires and cables) which under fault conditions are likely to produce a temperature that could cause ignition, by at least 13 mm of air or by a solid barrier of material of flammability Class V-1, or better :

- gears, cams, belts, bearings and other small parts which would contribute negligible fuel to a fire ;
- tubing for air or fluid systems, and foamed plastic parts, provided that they are of flammability Class HB, or better or flammability Class HBF, or better.

Integrated circuit packages, transistor packages, optocoupler packages, capacitors and other small parts are exempt from the flammability Class V-2 requirement if the parts are mounted on material of flammability Class V-1, or better.

In considering how to minimize propagation of fire and what are "small parts", account should be taken of the cumulative effect of small parts when they are adjacent to each other, and also of the possible effect of propagating fire from one part to another.

Compliance is checked by inspection and, where necessary, by the appropriate tests of Appendix A.

4.4.4 *Materials for enclosures and decorative parts*

Materials used for enclosures of equipment shall be such that the risk of ignition and the spread of fire or flames are minimized.

Metallic and ceramic materials, and glass which is heat-resistant tempered or wired or laminated, are considered to comply without test.

Mechanical or electrical enclosures or parts of such enclosures, outside fire enclosures, and decorative parts, shall be of flammability Class HB (see Clause A8), or better.

For enclosures or parts of enclosures, inside fire enclosures, Sub-clause 4.4.3 has more stringent requirements.

For movable equipment having a total mass not exceeding 18 kg, fire enclosures are considered to comply without test if in the smallest thickness used the material is of flammability Class V-1 (see Clause A6), or better. Alternatively, such fire enclosures are considered acceptable if they comply with the test of Clause A2.

For movable equipment having a total mass exceeding 18 kg and for all stationary equipment, fire enclosures are considered to comply without test if in the smallest thickness used the material is of flammability Class 5V (see Clause A9). Alternatively, such fire enclosures are considered acceptable if they comply with the test of Clause A1.

Les enveloppes qui sont situées à une distance inférieure ou égale à 13 mm des parties sur lesquelles se produisent des arcs, telles que les contacts des commutateurs non enfermés et des interrupteurs, doivent également satisfaire à l'essai de A3.

Les enveloppes qui sont situées à une distance inférieure ou égale à 13 mm de parties qui, dans n'importe quelle condition de fonctionnement normal ou anormal, pourraient atteindre une température suffisante pour enflammer l'enveloppe, doivent aussi satisfaire à l'essai de l'article A4.

La vérification est effectuée par examen et, si nécessaire, par un essai.

Aux Etats-Unis d'Amérique, des prescriptions supplémentaires s'appliquent aux enveloppes et aux parties décoratives utilisées dans des salles spéciales pour ordinateurs.

4.4.5 Construction des enveloppes contre le feu

A moins qu'il ne soit clair que le matériel ne peut être mis sous tension sans la présence d'un opérateur et qu'une défaillance serait évidente pour l'opérateur, les enveloppes contre le feu du matériel doivent être conçues et construites de façon à réduire au minimum la possibilité d'émission de flammes, de métal en fusion, de particules enflammées ou incandescentes ou de gouttelettes enflammées.

Avec les exceptions indiquées ailleurs au paragraphe 4.4.5, le fond d'une enveloppe contre le feu ou les barrières individuelles, doivent assurer la protection sous toutes les parties internes y compris les éléments constitutants ou les ensembles partiellement enfermés qui, dans les conditions de défaut, pourraient émettre des matières susceptibles d'enflammer la surface d'appui. Le fond ou la barrière doit être situé conformément à la figure 6, page 140, et sa surface ne doit pas être inférieure à ce qui est indiqué sur cette figure ; il doit être soit horizontal soit pourvu de lèvres ou autres façonnages pour assurer une protection équivalente.

Une ouverture pour le drainage, la ventilation, etc., doit être protégée par une chicane, un écran ou un système analogue de façon que du métal en fusion, un matériau brûlant ou des éléments analogues ne puissent tomber à l'extérieur de l'enveloppe contre le feu.

La vérification est effectuée par examen et, si nécessaire, par l'essai de l'article A5.

Les constructions suivantes sont considérées comme conformes aux prescriptions sans essai :

- *Aucune ouverture dans le fond d'une enveloppe contre le feu ;*
- *Ouvertures de toutes dimensions dans le fond sous :*
 - *les conducteurs à isolant PVC, TFE, PTFE, FEP et néoprène et leurs connecteurs,*
 - *les moteurs protégés par impédance ou thermiquement.*
 - *une barrière interne, un écran interne ou un autre dispositif qui lui-même satisfait aux prescriptions pour les enveloppes contre le feu.*

Il peut ne pas être nécessaire d'effectuer les essais de résistance mécanique sur la barrière interne ou l'écran interne ou le dispositif si l'enveloppe assure la protection mécanique.

- *Ouvertures dans le fond ayant chacune une surface inférieure ou égale à 40 mm² sous des éléments constitutants ou des parties en matériau de classe d'inflammabilité au moins égale à la classe V-1 (voir article A6).*
- *Une construction avec une plaque écran comme illustré sur la figure 5, page 138.*
- *Fond métallique des enveloppes contre le feu conforme aux dimensions limites d'une ligne quelconque du tableau XII.*
- *Grille de fond en métal ayant une maille inférieure ou égale à 2 mm × 2 mm et un diamètre de fil égal ou supérieur à 0,45 mm.*

Enclosures that are located within 13 mm of arcing parts, such as unenclosed commutators and switch contacts, shall also comply with the test of Clause A3.

Enclosures that are located within 13 mm of parts which, under any condition of normal or abnormal operation, could attain a temperature sufficient to ignite the enclosure shall also comply with the test of Clause A4.

Compliance is checked by examination and, where necessary, by test.

In the United States of America, additional requirements apply to enclosures and decorative parts of equipment used in special computer rooms.

4.4.5 Fire enclosure construction

Unless it is clear that equipment cannot be energized without an operator in attendance and that failure would be evident to the operator, equipment fire 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 specified elsewhere in Sub-clause 4.4.5, the bottom of a fire enclosure, or individual barriers, shall provide protection under all internal parts, including partially enclosed components or assemblies, which, under fault conditions, could emit material likely to ignite the supporting surface. The bottom or barrier shall be located as, and no smaller in area than, indicated in Figure 6, page 141, and be either horizontal or lipped or otherwise shaped to provide equivalent protection.

An opening for drainage, ventilation etc. shall be protected by a baffle, screen or the like so that molten metal, burning material and the like cannot fall outside the fire enclosure.

Compliance is checked by inspection and, where necessary, by the test of Clause A5.

The following constructions are considered to satisfy the requirement without test:

- *No opening in the bottom of a fire enclosure.*
- *Openings in the bottom of any size under:*
 - *PVC, TFE, PTFE, FEP and neoprene insulated conductors and their connectors;*
 - *impedance or thermally protected motors;*
 - *an internal barrier, screen or the like which itself complies with the requirements for a fire enclosure.*

Mechanical strength tests may not be necessary on the internal barrier, screen or the like if the enclosure provides mechanical protection.

- *Openings in the bottom, each not larger than 40 mm² under components or parts of material of flammability Class V-1 (see Clause A6), or better.*
- *Baffle plate construction as illustrated in Figure 5, page 139.*
- *Metal bottoms of fire enclosures conforming with the dimensional limits of any line in Table XII.*
- *Metal bottom screens having a mesh not greater than 2 mm × 2 mm and a wire diameter of not less than 0.45 mm.*

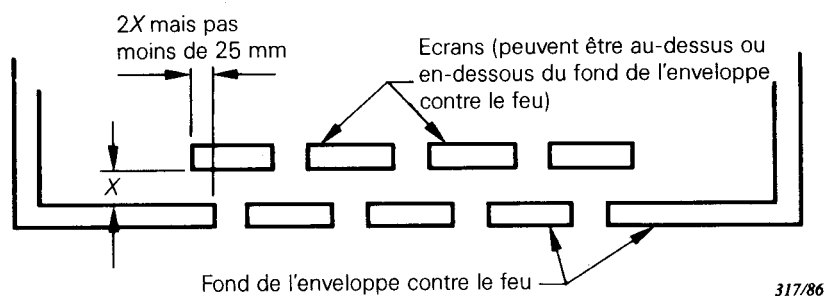


FIG. 5. – Construction avec plaque-écran.

4.4.6 Portes et couvercles dans les enveloppes contre le feu

Si une partie d'une enveloppe contre le feu comporte une porte ou un couvercle conduisant à une zone d'accès de l'opérateur, l'une des prescriptions suivantes doit s'appliquer :

- soit la porte ou le couvercle doit être verrouillé pour être conforme aux prescriptions du paragraphe 2.8 ;
- soit la porte ou le couvercle, bien que destiné à être ouvert par l'opérateur, doit satisfaire aux deux conditions suivantes :
 - a) Il ne doit pas être possible à l'opérateur de l'enlever de l'enveloppe contre le feu ;
 - b) Il doit être muni d'un dispositif qui le maintient fermé pendant le fonctionnement normal.

La vérification est effectuée par examen.

TABLEAU XII

Dimensions et espacements des trous dans les fonds métalliques des enveloppes contre le feu

<i>Épaisseur minimale</i> <i>mm</i>	<i>Diamètre maximal des trous</i> <i>mm</i>	<i>Espacement minimal des trous (entraxe)</i> <i>mm</i>
0,66	1,14	1,70 (233 trous/645 mm ²)
0,66	1,19	2,36
0,76	1,15	1,70
0,76	1,19	2,36
0,81	1,91	3,18 (72 trous/645 mm ²)
0,89	1,90	3,18
0,91	1,60	2,77
0,91	1,98	3,18
1,00	1,60	2,77
1,00	2,00	3,00

4.4.7 Liquides inflammables

Lorsqu'un liquide inflammable est utilisé dans le matériel, le liquide doit être gardé dans un réservoir fermé sauf la quantité minimale nécessaire pour le fonctionnement du matériel. La capacité maximale du réservoir (y compris le système de manutention du liquide, s'il existe) doit être limitée soit à 40 litres soit au volume nécessaire pour un fonctionnement de 8 h, suivant la valeur la plus élevée.

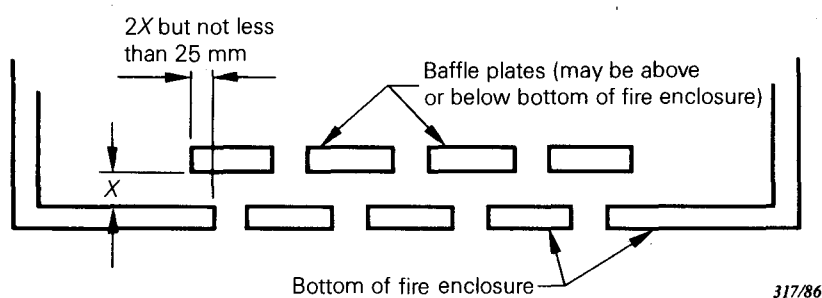


FIG. 5. – Baffle plate construction.

4.4.6. Doors or covers in fire enclosures

If part of a fire enclosure consists of a door or cover leading to an operator access area, one of the following requirements shall apply :

- either the door or cover shall be interlocked to comply with the requirements in Sub-clause 2.8 ; or
- the door or cover, although intended to be opened by the operator, shall comply with both the following conditions :
 - a) It shall not be removable by the operator from the fire enclosure ;
 - b) It shall be provided with a means to keep it closed during normal operation.

Compliance is checked by inspection.

TABLE XII
Size and spacing of holes in metal bottoms
of fire enclosures

Minimum thickness (mm)	Maximum diameter of holes (mm)	Minimum spacing of holes centre to centre (mm)
0.66	1.14	1.70
0.66	1.19	2.36
0.76	1.15	1.70
0.76	1.19	2.36
0.81	1.91	3.18
0.89	1.90	3.18
0.91	1.60	2.77
0.91	1.98	3.18
1.00	1.60	2.77
1.00	2.00	3.00

4.4.7 Flammable liquids

When flammable liquid is used in equipment, the liquid shall be kept in a closed reservoir, except for the minimum amount needed for the functioning of the equipment. The maximum capacity of the reservoir (including the liquid handling system, if any) shall be limited either to 40 litres or to the volume required for 8 h operation, whichever is the greater.

L'huile ou les fluides équivalents utilisés pour la lubrification ou dans un système hydraulique doivent avoir un point éclair au moins égal à 149°C et leur réservoir doit être de construction hermétique. Le circuit doit être prévu pour permettre l'expansion du fluide et doit comporter des dispositifs pour la réduction de la pression. La présente prescription n'est pas applicable 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.

A l'exception des cas indiqués ci-dessous, les liquides qu'il faut recharger tels que les encres d'imprimerie, doivent avoir un point éclair au moins égal à 60°C, et ne doivent pas être soumis à une pression suffisante pour provoquer leur pulvérisation.

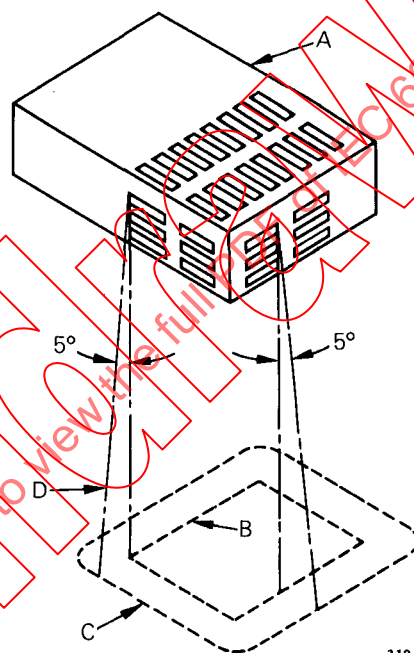


FIG. 6. – Fond typique d'une enveloppe contre le feu pour les éléments constitutifs ou ensembles partiellement enfermés.

Légende pour la Figure 6

- A = Partie d'un élément constituant sous laquelle une enveloppe est exigée, par exemple, sous les ouvertures dans un élément constituant ou un ensemble à travers lesquelles des particules enflammées pourraient être émises. Si l'élément constituant ou l'ensemble n'a pas sa propre enveloppe contre le feu, la surface à protéger est la surface totale occupée par l'élément constituant ou l'ensemble.
- B = Contour de la projection de la surface (A) effectuée verticalement de haut en bas sur le plan horizontal du point le plus bas de l'enveloppe contre le feu.
- C = Ligne inclinée qui trace un contour D sur le même plan que B. Se déplaçant autour du périmètre du contour B, cette ligne fait un angle de 5° par rapport à la ligne verticale qui part de chaque point du périmètre des ouvertures dans A et est orientée de manière à définir la plus grande surface possible.
- D = Contour minimum du fond de l'enveloppe contre le feu. Une partie d'une paroi latérale d'une enveloppe contre le feu qui se trouve à l'intérieur de la surface délimitée par l'angle de 5° est aussi considérée comme faisant partie de l'enveloppe contre le feu.

Oil or equivalent fluids used for lubrication or in a hydraulic system shall have a flash point of 149 °C, or higher, and the reservoir shall be of sealed construction. The system shall have provision for expansion of the fluid and shall incorporate means for pressure relief. This requirement is not applicable to lubricating oils which are applied to points of friction in quantities which would contribute negligible fuel to a fire.

Except under conditions given below, 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 atomization.

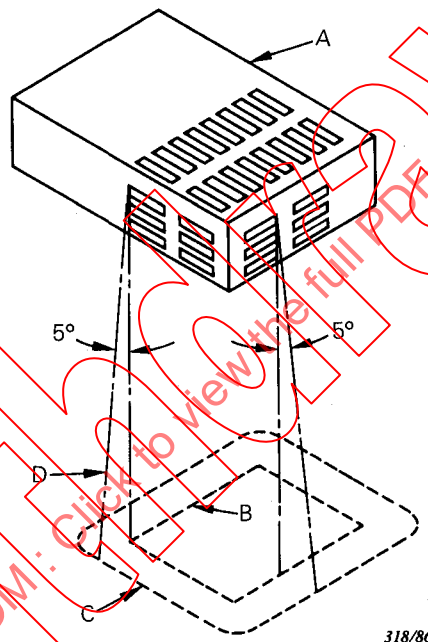


FIG. 6 - Typical bottom of a fire enclosure for partially enclosed component or assembly.

Key:

- A = The portion of a component under which a fire enclosure is required, for example, under those openings in a component or assembly through which flaming particles might be emitted. If the component or assembly does not have its own fire enclosure, the area to be protected is the entire area occupied by the component or assembly.
- B = The outline of the area of A projected vertically downward onto the horizontal plane of the lowest point of the fire enclosure.
- C = Inclined line that traces an outline D on the same plane as B. Moving around the perimeter of the outline B, this line projects at a 5° angle from the vertical at every point around the perimeter of the openings in A and is oriented to trace out the largest area.
- D = Minimum outline of the bottom of the fire enclosure. A portion of the side of a fire enclosure which is within the area traced out by the 5° angle is also considered to be part of the bottom of the fire enclosure.

Des liquides inflammables qu'il faut recharger et qui ont un point éclair inférieur à 60°C ou qui sont soumis à une pression suffisante pour provoquer leur pulvérisation peuvent être utilisés, pourvu qu'un examen montre qu'il n'y a pas de risque de pulvérisations de liquide ou de formation de mélanges vapeur inflammable-air qui pourraient provoquer une explosion ou un risque d'incendie. Dans les conditions de fonctionnement normal, les matériels utilisant des liquides inflammables ne doivent produire aucun mélange vapeur-air dépassant 25% de la limite basse inflammable (voir paragraphe 1.2.13.10) dans l'air à proximité d'une source d'inflammation, ou 80% de la limite basse d'inflammation dans l'air dans les zones qui ne sont pas à proximité d'une source d'inflammation. L'examen doit également prendre en compte l'intégrité du système de manutention du liquide. Le système de manutention du liquide doit être convenablement logé ou construit de façon à éviter le risque de feu ou d'explosion, même dans les conditions d'essai énumérées au paragraphe 4.2.4.

La vérification est effectuée par examen et, si nécessaire, par l'essai suivant :

Le matériel doit être mis en fonctionnement conformément au paragraphe 5.1 jusqu'à la stabilisation de sa température. Dans cette condition, le matériel doit être mis en fonctionnement d'une manière normale comme indiqué dans les instructions du constructeur et des échantillons de l'atmosphère au voisinage des éléments constituant électriques et autour du matériel doivent être prélevés pour permettre de déterminer la concentration de vapeurs inflammables présentes.

Des échantillons de l'atmosphère doivent être prélevés par intervalles de 4 min : quatre échantillons à prélever pendant le fonctionnement normal puis, sept échantillons après l'arrêt du matériel.

Si, après l'arrêt du matériel, il apparaît que la concentration de vapeurs inflammables est en train d'augmenter, il faut continuer à faire des prélèvements à des intervalles de 4 min jusqu'à ce que les résultats montrent que la concentration va en décroissant.

S'il est possible que le matériel fonctionne de façon anormale avec l'un quelconque de ses ventilateurs arrêté, cette condition doit être simulée pendant l'essai de conformité.

5. Prescriptions thermiques et électriques

5.1 Échauffements

En utilisation normale, le matériel et ses éléments constitutifs ne doivent pas atteindre des températures excessives.

La vérification consiste à déterminer et à relever les échauffements des différentes parties dans les conditions suivantes :

En tenant compte des prescriptions du paragraphe 1.4.5, le matériel ou les parties du matériel doivent être mis en fonctionnement sous la charge normale de la façon suivante :

- pour le service continu, jusqu'à l'obtention de l'état de régime ;*
- pour le service intermittent, jusqu'à l'obtention de l'état de régime, les périodes fonctionnement et de repos étant les périodes nominales de fonctionnement et de repos ;*
- pour le service temporaire, pendant la durée nominale de fonctionnement.*

Les éléments constitutifs et autres parties peuvent être essayés indépendamment sous réserve de respecter les conditions d'essai applicables au matériel.

Le matériel destiné à être encastré ou monté dans des baies ou à être incorporé dans de plus grands équipements doit être essayé dans les conditions les plus défavorables réelles ou simulées, autorisées par les instructions d'installation du constructeur.

Replenishable flammable liquids which have a flash point of less than 60 °C or which are under sufficient pressure to cause atomization may be used provided inspection shows that there is no likelihood of liquid sprays or build-up of flammable vapour-air mixtures which could cause explosion or fire hazard. Under normal operating conditions, equipment using flammable liquid shall not generate a vapour-air mixture exceeding 25% of the lower flammable limit (see Sub-clause 1.2.13.10) in air if in proximity to an ignition source, nor exceeding 80% of the lower flammable limit in air if in areas not in proximity to an ignition source. The investigation shall also take into account the integrity of the liquid handling system. The liquid handling system shall be suitably housed or constructed so as to avoid the risk of fire or explosion, even under the test conditions specified in Sub-clause 4.2.4.

Compliance is checked by inspection and, where necessary, by the following test:

The equipment shall be operated in accordance with Sub-clause 5.1 until its temperature stabilizes. In this condition, the equipment shall be operated in a normal manner, as directed by the manufacturer's instructions, and samples of the atmosphere in the vicinity of the electrical components and around the equipment shall be taken to determine the concentration of flammable vapours present.

Samples of the atmosphere shall be taken at 4 min intervals: four samples to be taken during normal operation, then seven samples after the equipment has stopped.

If, after the equipment has stopped, the concentration of flammable vapours appears to be increasing, samples shall continue to be taken at 4 min intervals until the concentration is shown to be decreasing.

If an abnormal operation of the equipment is possible with any of its fans not running, this condition shall be simulated during this compliance test.

5. Thermal and electrical requirements

5.1 Heating

In normal use, equipment and its component parts shall not attain excessive temperatures.

Compliance is checked by determining and recording the temperature rise of the various parts under the following conditions.

Taking into account the requirements of Sub-clause 1.4.5, the equipment or parts of the equipment shall be operated under normal load as follows:

- for continuous operation, until steady conditions are established;*
- for intermittent operation, until steady conditions are established, the "on" and "off" periods being the rated "on" and "off" periods;*
- for short-time operation, for the rated operating time.*

Components and other parts may be tested independently provided that the test conditions applicable to the equipment are adhered to.

Equipment intended for building-in or 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.

Les échauffements des poignées, des boutons, des manettes et des organes analogues, doivent être déterminés pour toutes les parties qui sont tenues en usage normal et, pour les organes en matière isolante, les parties en contact avec du métal chaud.

L'échauffement de l'isolation électrique (autre que celle des enroulements) dont la défaillance pourrait provoquer un danger, doit être mesuré sur la surface de l'isolation en un point proche de la source de chaleur.

Pendant l'essai, les coupe-circuit thermiques ne doivent pas fonctionner et la matière de remplissage éventuelle ne doit pas couler.

Les échauffements ne doivent pas être supérieurs aux valeurs indiquées dans le tableau XIII, première et deuxième partie.

Pour l'échauffement des enroulements, voir le paragraphe 1.4.8.

TABLEAU XIII
Limites d'échauffements
Première partie

Parties	Echauffement maximal K
Isolations, y compris celles de enroulements	
— en matière de la classe A	75
— en matière de la classe E	90
— en matière de la classe B	95
— en matière de la classe F	115
— en matière de la classe H	140
	(voir notes ¹⁾ et ²⁾)
Isolation en caoutchouc synthétique ou PVC des conducteurs internes et externes y compris les câbles d'alimentation	
— sans marquage de T	50
— avec marquage de T	T-25
Autres isolations thermoplastiques	(voir note ³⁾)
Bornes y compris les bornes de terre pour conducteurs externes de mise à la terre des matériels fixes à moins qu'elles ne soient munies d'un câble d'alimentation fixé à demeure	60
Parties en contact avec un liquide inflammable	(voir paragraphe 4.4.7)
Eléments constitutants	(voir paragraphe 1.5.1)

¹⁾ Lorsque les échauffements des enroulements sont déterminés au moyen de thermocouples, ces valeurs sont réduites de 10 K, sauf dans le cas des moteurs.

²⁾ La classification des matériaux isolants est conforme à la Publication 85 de la CEI.

³⁾ Du fait de leur grande variété, il n'est pas possible de spécifier les échauffements admissibles pour les matières thermoplastiques; ceux-ci devraient satisfaire aux essais spécifiés au paragraphe 5.4.10.

Il y a lieu de prendre en considération 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 normale de ramollissement.

Temperature rises of handles, knobs, grips and the like, shall be determined for 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 (other than that of windings), failure of which could cause a hazard, shall be measured on the surface of the insulation at a point close to the heat source.

During the test, thermal cut-outs shall not operate and sealing compound, if any, shall not flow out.

The temperature rises shall not exceed the values shown in Table XIII, Parts 1 and 2.

For temperature rise of windings, see Sub-clause 1.4.8.

TABLE XIII
Temperature-rise limits
Part 1

Parts	Maximum temperature rise K
Insulation, including winding insulation : — of Class A material — of Class E material — of Class B material — of Class F material — of Class H material	75 90 95 115 140 (see notes ¹⁾ and ²⁾)
Synthetic rubber or PVC insulation of internal and external wiring including power supply cords — without T-marking — with T-marking	50 T-25
Other thermoplastic insulation	(see note ³⁾)
Terminals, including earthing terminals for external earthing conductors of stationary equipment, unless provided with a non-detachable power supply cord	60
Parts in contact with flammable liquid	(see Sub-clause 4.4.7)
Components	(see Sub-clause 1.5.1)

¹⁾ When temperature rises of windings are determined by thermocouples, these figures are reduced by 10 K except in the case of motors.

²⁾ The classification of insulating material is in accordance with IEC Publication 85.

³⁾ Due to their wide variety, it is not possible to specify permissible temperature rises for thermoplastic materials ; these should withstand the tests specified in Sub-clause 5.4.10.

Consideration should be given 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 their normal softening temperature.

TABLEAU XIII
Limites d'échauffements
Deuxième partie

Parties externes	Echauffement maximal K		
	Métal	Verre, porcelaine matière vitrifiée	Caoutchouc, matières plastiques ⁵⁾
Surfaces extérieures et matériels qui peuvent être touchés ⁴⁾	45	55	70
Poignées, boutons, manettes, etc., tenus pendant de courtes périodes seulement	35	45	60
Poignées, boutons, manettes, etc., tenus de façon continue en usage normal	30	40	50

⁴⁾ Pour les surfaces n'ayant aucune dimension dépassant 50 mm et qui ne sont pas susceptibles d'être touchées en usage normal, des échauffements jusqu'à 75 K sont autorisés.

⁵⁾ Pour chaque matériau, il y a lieu de tenir compte des données pour ce matériau afin de déterminer l'échauffement maximal approprié.

5.2 Courant de fuite à la terre

5.2.1 Les matériels destinés à être raccordés à des schémas d'alimentation TT ou TN doivent satisfaire aux prescriptions des paragraphes 5.2.1 à 5.2.5. Les matériels destinés à être raccordés directement aux schémas d'alimentation IT doivent satisfaire aux prescriptions de l'annexe G.

5.2.2 Le matériel ne doit pas avoir un courant de fuite à la terre supérieur aux valeurs du tableau XIV, lorsqu'il est mesuré conformément aux paragraphes 5.2.3 ou 5.2.4.

TABLEAU XIV
Courant de fuite à la terre maximal

Classe	Type de matériel	Courant de fuite maximal mA
II	Tout matériel	0,25
I	Portatif	0,75
I	Mobile (autre que portatif)	3,5
I	Fixe, du type A raccordé par prise de courant	3,5
I	Fixe, relié à demeure ou du type B raccordé par prise de courant :	
	— non soumis aux conditions du paragraphe 5.2.5	3,5
	— soumis aux conditions du paragraphe 5.2.5	5% du courant de charge

Dans le cas de systèmes comprenant des matériels interconnectés avec des connexions individuelles à l'alimentation primaire, chaque élément du système doit être essayé séparément. Les systèmes comprenant des matériels interconnectés avec une connexion commune à l'alimentation primaire doivent être traités comme un élément du système.

TABLE XIII
Temperature-rise limits
Part 2

External parts	Maximum temperature rise K		
	Metal	Glass, porcelain vitreous material	Plastic ⁵⁾ rubber
Outer surface of equipment which may be touched ⁴⁾	45	55	70
Handles, knobs, grips, etc. held or touched for short periods only	35	45	60
Handles, knobs, grips, etc. continuously held in normal use	30	40	50

⁴⁾ For areas having no dimension exceeding 50 mm and which are not likely to be touched in normal use, temperature rises up to 75 K are allowed.

⁵⁾ For each material, account should be taken of data for that material to determine the appropriate maximum temperature rise.

5.2 Earth leakage current

5.2.1 Equipment intended to be connected to TT or TN power systems shall comply with the requirements in Sub-clauses 5.2.2 to 5.2.5. Equipment intended to be connected directly to IT power systems shall comply with the requirements in Appendix G.

5.2.2 Equipment shall not have earth leakage current in excess of the values in Table XIV when measured as defined in Sub-clauses 5.2.3 or 5.2.4.

TABLE XIV
Maximum earth leakage current

Class	Type of equipment	Maximum leakage current mA
II	All	0.25
I	Hand-held	0.75
I	Movable (other than hand-held)	3.5
I	Stationary, pluggable type A	3.5
I	Stationary, permanently connected or pluggable type B:	
	— not subject to the conditions in Sub-clause 5.2.5	3.5
	— subject to the conditions in Sub-clause 5.2.5	5% of input current

Systems of interconnected equipment with individual connections to primary power shall have each piece of equipment tested separately. Systems of interconnected equipment with one common connection to primary power, shall be treated as a single piece of equipment.

Les matériels prévus pour des alimentations multiples doivent être essayés avec une seule alimentation en service.

Si une étude du diagramme des circuits des matériels de la classe I reliés à demeure ou des matériels du type B raccordés par prise de courant met en évidence que le courant de fuite à la terre dépassera 3,5 mA, mais non 5% du courant de charge, il n'est pas nécessaire d'effectuer les essais.

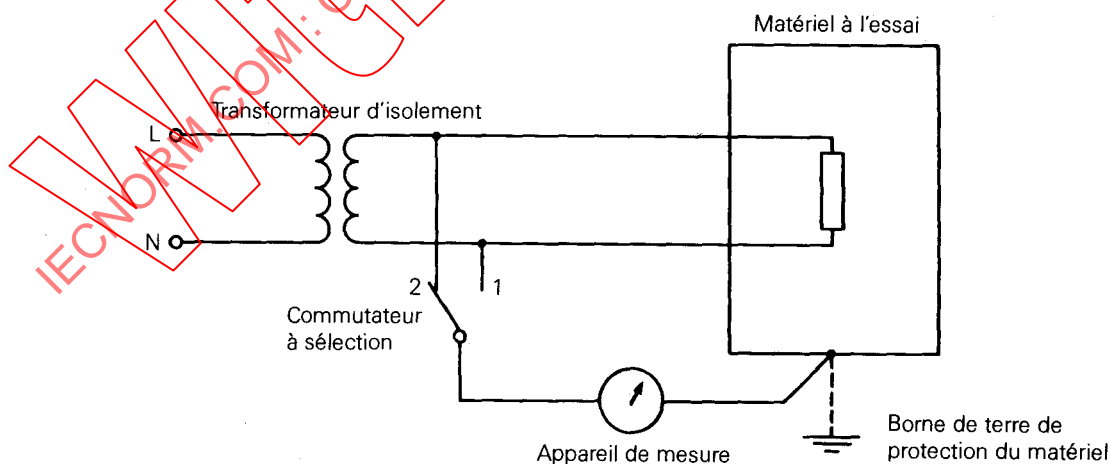
La vérification est effectuée par les essais suivants qui sont faits à l'aide de l'instrument de mesure décrit dans l'annexe D, ou tout autre circuit donnant les mêmes résultats et de préférence en utilisant un transformateur d'isolement comme indiqué. S'il n'est pas possible d'utiliser un transformateur 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, et sur une feuille métallique d'une surface ne dépassant pas 10 cm × 20 cm sur les parties non conductrices accessibles. La feuille métallique doit avoir la plus grande partie possible de sa surface sur la surface en essai, sans dépasser les dimensions spécifiées. Si sa surface est plus petite que la surface en essai, elle doit être déplacée pour essayer toutes les parties de la surface. Des précautions doivent être prises pour éviter que la feuille métallique n'affecte la dissipation de chaleur du matériel.

S'il y a un inconvénient à essayer le matériel à la tension d'alimentation la plus défavorable (voir paragraphe 1.4.5), il est acceptable de faire l'essai à n'importe quelle tension disponible dans la plage nominale de tensions ou dans la tolérance de la tension nominale et de calculer ensuite les résultats.

5.2.3 Le matériel monophasé destiné à fonctionner entre phase et neutre doit être essayé à l'aide du circuit de la figure 7, avec le commutateur dans chacune des positions 1 et 2.

Pour chaque position du commutateur à sélection, tous les interrupteurs à l'intérieur du matériel, commandant l'alimentation primaire et susceptibles d'être manœuvrés en usage normal, doivent être ouverts et fermés dans toutes les combinaisons possibles.



319/86

FIG. 7. – Circuit d'essai pour le courant de fuite à la terre sur du matériel monophasé.

Aucune des valeurs de courant ne doit dépasser la limite correspondante spécifiée dans le tableau XIV.

Equipment designed for multiple (redundant) supplies shall be tested with only one supply connected.

Where, from a study of the circuit diagrams of Class I permanently connected equipment or pluggable equipment type B, it is clear that the earth leakage current will exceed 3.5 mA, but will not exceed 5% of input current, the tests need not be made.

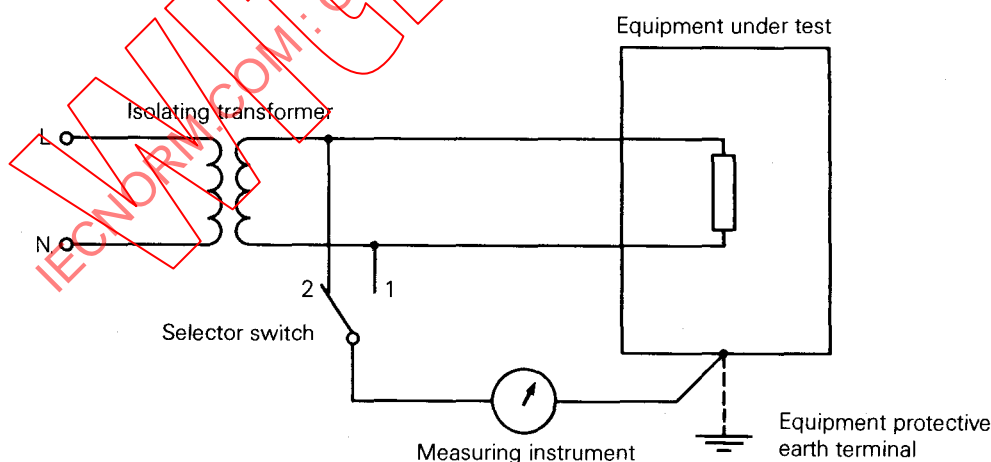
Compliance is checked by the following tests which are carried out using the measuring instrument described in Appendix D, or any other circuit giving the same results, and preferably using an isolating supply transformer as shown. If the use of an isolating transformer is not practicable, the equipment 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 on conductive parts, and to metal foil with an area not exceeding 10 cm × 20 cm on accessible non-conductive parts. The metal foil shall have the largest possible part of its area on the surface under test, without exceeding the dimensions specified. If its area is smaller than the surface under test, it shall be moved so as to test all parts of the surface. Precautions shall be taken to avoid the metal foil affecting the heat dissipation of the equipment.

Where it is inconvenient to test equipment at the most unfavourable supply voltage (see Sub-clause 1.4.5), it is acceptable to test at any available voltage within the rated voltage range or within the tolerance of rated voltage and then calculate the results.

- 5.2.3 *Single-phase equipment intended for operation between one phase conductor and neutral shall be tested using the circuit of Figure 7 with the selector switch in each of the positions 1 and 2.*

For each position of the selector switch, any switches within the equipment controlling primary power and likely to be operated in normal use shall be opened and closed in all possible combinations.



319/86

FIG. 7. – Test circuit for earth leakage current on single-phase equipment.

None of the current values shall exceed the relevant limit specified in Table XIV.

5.2.4 Le matériel triphasé et le matériel destiné à fonctionner entre deux phases doivent être essayés à l'aide du circuit de la figure 8. Pendant l'essai, tous les interrupteurs à l'intérieur du matériel commandant l'alimentation primaire et susceptible d'être manœuvrés en usage normal doivent être ouverts et fermés dans toutes les combinaisons possibles.

Tous les éléments constitutants utilisés pour la suppression des perturbations électromagnétiques et reliés entre phase et terre doivent être déconnectés un par un. A cet effet, les groupes d'éléments constitutants en parallèle reliés par une connexion unique doivent être traités comme des éléments constitutants uniques.

Si les filtres sont normalement enrobés, il pourra être nécessaire de fournir un filtre non enrobé pour cet essai ou de simuler le réseau du filtre.

Chaque fois qu'on déconnecte une connexion à la terre de l'élément constituant, la séquence de manœuvre des interrupteurs doit être répétée.

Aucune des valeurs de courant ne doit dépasser la limite correspondante spécifiée dans le tableau XIV.

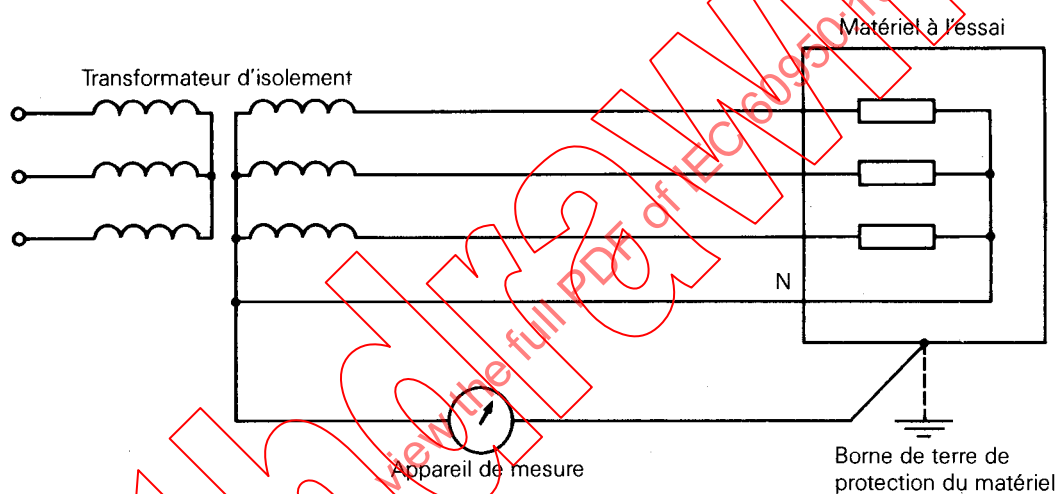


FIG. 8. – Circuit d'essai pour le courant de fuite à la terre sur du matériel triphasé.

5.2.5 Le matériel fixe de la classe I qui est relié à demeure ou qui est du type B, raccordé par prise de courant et dont le courant de fuite à la terre dépasse la limite de 3,5 mA doit être soumis aux conditions suivantes :

- Le courant de fuite ne doit pas dépasser 5% du courant de charge 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 5.2.3 et 5.2.4 doivent être utilisés, mais avec un appareil de mesure à impédance négligeable.
- La section du conducteur de protection interne ne doit pas être inférieure à 1,0 mm² sur le parcours du courant de fuite élevé.
- Une étiquette portant l'avertissement suivant, ou un terme analogue, doit être fixée au voisinage de l'entrée de l'alimentation du matériel :

COURANT DE FUITE ÉLEVÉ

Raccordement à la terre indispensable
avant le raccordement au réseau

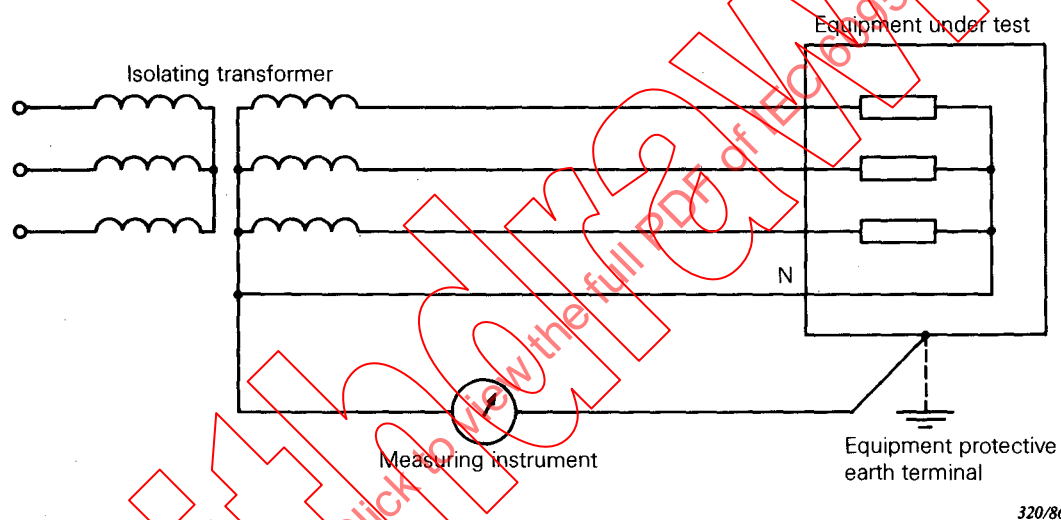
5.2.4 Three-phase equipment and equipment intended for operation between two phase conductors shall be tested using the circuit of Figure 8. During the test, any switches within the equipment controlling primary power and likely to be operated in normal use shall be opened and closed in all possible combinations.

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 shall be repeated.

None of the current values shall exceed the relevant limit specified in Table XIV.



320/86

FIG. 8. – Test circuit for earth leakage current on three-phase equipment.

5.2.5 Class I stationary equipment that is permanently connected, or that is pluggable equipment type B, with an earth leakage current exceeding 3.5 mA shall be subject to the following conditions:

- leakage current shall not exceed 5% of the input current per phase. Where the load is unbalanced the largest of the three-phase currents shall be used for this calculation. Where necessary, the tests in Sub-clauses 5.2.3 and 5.2.4 shall be used but with a measuring instrument of negligible impedance;
- the cross-sectional area of the internal protective earthing conductor shall be not less than 1.0 mm² in the path of high leakage current;
- a label bearing the following warning, or similar wording, shall be affixed adjacent to the equipment primary power connection:

HIGH LEAKAGE CURRENT

Earth connection essential
before connecting supply

5.3 Rigidité diélectrique

5.3.1 La rigidité diélectrique des matériaux isolants utilisés dans le matériel doit être appropriée.

La vérification est effectuée en essayant le matériel conformément au paragraphe 5.3.2, ou pour les transformateurs de sécurité, conformément à l'article C2 alors que le matériel est encore en bonne condition de température suivant immédiatement l'essai d'échauffement comme spécifié au paragraphe 5.1.

Afin de faciliter les essais de rigidité diélectrique, les éléments constitutants et les sous-ensembles peuvent être essayés séparément. Dans un tel cas, il convient que les éléments constitutants ou les sous-ensembles soient dans de bonnes conditions de température par simulation de l'essai d'échauffement avant l'essai de rigidité diélectrique.

5.3.2 L'isolation doit être 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 d'essai alternative prescrite.

Les tensions d'essai doivent être conformes aux valeurs spécifiées dans le tableau XV pour l'application de l'isolation (principale, supplémentaire ou renforcée) et la tension de service (U), comme spécifié au paragraphe 2.2.7, à travers l'isolation.

TABLEAU XV
Tension d'essai pour les essais de rigidité diélectrique
Première partie

	Test d'essai V (en volts, eff) Points d'application (suivant ce qui est approprié)						
	Primaire et masse primaire et secondaire entre parties de circuits primaires					Secondaire et masse entre secondaires indépendants (voir condition 3)	
Tension de service	$U \leq 130 \text{ V eff}$	$130 \text{ V} < U \leq 250 \text{ V eff}$	$250 < U \leq 1000 \text{ V eff}$	$1 \text{ kV} < U < 7 \text{ kV eff}$	$7 \text{ kV} < U \leq 35 \text{ kV eff}$	$U \leq 42,4 \text{ V}$ valeur de crête, ou 60 V tension continue	42,4 V valeur de crête, ou 60 V tension continue $< U \leq 7 \text{ kV eff}$
Nature de l'isolation							
Fonctionnelle (voir condition 1)	1000	1500	voir Va dans le tableau XV Deuxième partie	voir Va dans le tableau XV Deuxième partie	1,5 U	500	voir Va dans le tableau XV Deuxième partie
Principale, supplémentaire	1000	1500	voir Va dans le tableau XV Deuxième partie	voir Va dans le tableau XV Deuxième partie	1,5 U	Pas d'essai	voir Va dans le tableau XV Deuxième partie
Renforcée	2000	3000	3000	voir Vb dans le tableau XV Deuxième partie	1,5 U	Pas d'essai	voir Vb dans le tableau XV Deuxième partie

Conditions applicables au tableau XV

- En général, aucun essai n'est effectué sur l'isolation fonctionnelle à moins que l'option (b) du paragraphe 5.4.4 n'ait été choisie.
- Ces tensions d'essai sont applicables à une isolation solide à une altitude quelconque. Pour les distances dans l'air, les tensions peuvent être réduites en fonction des altitudes en appliquant les coefficients suivants :

altitude (m)	niveau de la mer (0)	500	1000	2000
coefficient	1	0,94	0,89	0,79

- Pour une tension de service supérieure à 7 kV dans les circuits secondaires, des valeurs identiques à celles pour les circuits primaires s'appliquent.

5.3 Electric strength

5.3.1 The electric strength of the insulating materials used within the equipment shall be adequate.

Compliance is checked by testing the equipment in accordance with Sub-clause 5.3.2, or, for safety isolating transformers, in accordance with Clause C2 while the equipment is still in a well-heated condition immediately following the heating test as specified in Sub-clause 5.1.

In order to facilitate electric strength testing, components and sub-assemblies may be tested separately. In such a case, the components and sub-assemblies should be in a well-heated condition by simulating the heating test prior to the electric strength test.

5.3.2 The insulation shall be subjected for 1 min either to a voltage of substantially sine-wave form having a frequency of 50 Hz or 60 Hz or to a d.c. voltage equal to the peak voltage of the prescribed a.c. test voltage.

Test voltages shall be as specified in Table XV for the appropriate grade of insulation (operational, basic, supplementary or reinforced) and the working voltage (U), as specified in Sub-clause 2.2.7, across the insulation.

TABLE XV
Test voltage for electric strength tests
Part 1

	Test voltage V (in volts, r.m.s.) Points of application (as appropriate)						
	Primary to body Primary to secondary Between parts in primary circuits					Secondary to body Between independent secondaries (see condition 3)	
Working voltage	$U \leq 130 \text{ V}$ r.m.s.	$130 \text{ V} < U \leq 250 \text{ V}$ r.m.s.	$250 < U \leq 1000 \text{ V}$ r.m.s.	$1 \text{ kV} < U < 7 \text{ kV}$ r.m.s.	$7 \text{ kV} < U \leq 35 \text{ kV}$ r.m.s.	$U \leq 42.4 \text{ V}$ peak, or 60 V d.c.	42.4 V or 60 V d.c. $< U \leq 7 \text{ kV}$ r.m.s.
Grade of insulation							
Operational (see condition 1)	1000	1500	see V_a in Table XV Part 2	see V_a in Table XV Part 2	$1.5 U$	500	see V_a in Table XV Part 2
Basic, Supplementary	1000	1500	see V_a in Table XV Part 2	see V_a in Table XV Part 2	$1.5 U$	No test	see V_a in Table XV Part 2
Reinforced	2000	3000	3000	see V_b in Table XV Part 2	$1.5 U$	No test	see V_b in Table XV Part 2

Conditions applicable to Table XV

- In general, no test is applied to operational insulation, unless option (b) of Sub-clause 5.4.4 has been selected.
- The test voltages are for application to solid insulation at any altitude. For clearances, the voltages may be reduced for altitude by the following multipliers:

Altitude (m)	Sea level (0)	500	1000	2000
coefficient	1	0.94	0.89	0.79

- For working voltages exceeding 7 kV in secondary circuits, the same values as for primary circuits shall apply.

TABLEAU XV

*Tension d'essai²⁾ pour les essais de rigidité diélectrique
(en volts, eff)*

Deuxième partie

<i>U</i>	<i>V_a</i>	<i>V_b</i>	<i>U</i>	<i>V_a</i>	<i>V_b</i>	<i>U</i>	<i>V_a</i>	<i>V_b</i>
24	500	800	218	1 391	2 226	1 652	3 959	3 959
25	510	815	227	1 418	2 268	1 701	4 037	4 037
26	519	830	237	1 446	2 314	1 751	4 117	4 117
27	528	845	247	1 474	2 359	1 803	4 199	4 199
28	537	859	257	1 502	2 403	1 856	4 283	4 283
29	546	873	268	1 531	2 450	1 912	4 369	4 369
30	558	887	280	1 563	2 500	1 968	4 455	4 455
31	563	901	292	1 593	2 549	2 026	4 544	4 544
32	571	914	305	1 626	2 601	2 087	4 636	4 636
33	580	927	319	1 660	2 656	2 149	4 728	4 728
35	596	953	333	1 693	2 709	2 213	4 823	4 823
37	611	978	347	1 726	2 762	2 279	4 920	4 920
39	626	1 002	362	1 760	2 816	2 347	5 018	5 018
41	641	1 026	378	1 796	2 873	2 416	5 118	5 118
43	655	1 048	395	1 833	2 933	2 488	5 220	5 220
45	669	1 071	415	1 875	3 000	2 562	5 325	5 325
47	683	1 093	433	1 913	3 000	2 639	5 432	5 432
49	696	1 114	452	1 951	3 000	2 718	5 541	5 541
51	709	1 135	472	1 991	3 000	2 799	5 652	5 652
53	722	1 155	493	2 031	3 000	2 882	5 765	5 765
55	735	1 175	515	2 073	3 000	2 967	5 880	5 880
58	753	1 205	537	2 114	3 000	3 056	5 998	5 998
61	771	1 233	561	2 157	3 000	3 147	6 118	6 118
64	788	1 261	585	2 199	3 000	3 240	6 240	6 240
67	805	1 288	610	2 242	3 000	3 337	6 365	6 365
70	821	1 314	637	2 288	3 000	3 436	6 492	6 492
73	838	1 340	665	2 334	3 000	3 538	6 622	6 622
76	853	1 365	694	2 381	3 000	3 643	6 754	6 754
79	869	1 390	725	2 429	3 000	3 751	6 889	6 889
82	884	1 414	757	2 478	3 000	3 863	7 027	7 027
86	904	1 446	790	2 528	3 000	3 978	7 168	7 168
90	923	1 477	825	2 579	3 000	4 056	7 311	7 311
94	942	1 507	861	2 631	3 000	4 218	7 457	7 457
98	960	1 536	899	2 684	3 000	4 343	7 606	7 606
102	978	1 565	938	2 738	3 000	4 472	7 758	7 758
107	1 000	1 600	979	2 792	3 000	4 605	7 913	7 913
112	1 000	1 634 ¹⁾	1 000	2 820	3 000	4 742	8 071	8 071
117	1 000	1 668 ¹⁾	1 030	2 877	3 000	4 883	8 232	8 232
122	1 000	1 701 ¹⁾	1 061	2 935	3 000	5 028	8 397	8 397
127	1 000	1 733 ¹⁾	1 096	3 000	3 000	5 178	8 565	8 565
130	1 000	1 751	1 129	3 061	3 061	5 332	8 736	8 736
131	1 099	1 758	1 163	3 123	3 123	5 491	8 911	8 911
137	1 122	1 795	1 197	3 184	3 184	5 654	9 089	9 089
143	1 144	1 831	1 233	3 249	3 249	5 822	9 271	9 271
149	1 166	1 866	1 270	3 314	3 314	5 995	9 456	9 456
155	1 188	1 900	1 308	3 381	3 381	6 173	9 645	9 645
162	1 212	1 940	1 347	3 449	3 449	6 357	9 838	9 838
169	1 236	1 978	1 387	3 518	3 518	6 546	10 035	10 035
176	1 260	2 016	1 428	3 587	3 587	6 741	10 236	10 236
184	1 286	2 058	1 470	3 658	3 659	6 942	10 441	10 441
192	1 312	2 099	1 513	3 730	3 730	7 000	10 500	10 500
200	1 337	2 139	1 558	3 805	3 805			
209	1 364	2 183	1 604	3 880	3 880			

¹⁾ Pour ces tensions, les valeurs de V_b sont déterminées par la courbe générale $V_b = 183,2 U^{0,4638}$ et ne sont pas 1,6 V_a .

²⁾ L'interpolation est permise entre les points adjacents du tableau.

TABLE XV
Test voltages²⁾ for electric strength tests
(in volts, r.m.s.)
 Part 2

<i>U</i>	<i>V_a</i>	<i>V_b</i>	<i>U</i>	<i>V_a</i>	<i>V_b</i>	<i>U</i>	<i>V_a</i>	<i>V_b</i>
24	500	800	218	1 391	2 226	1 652	3 959	3 959
25	510	815	227	1 418	2 268	1 701	4 037	4 037
26	519	830	237	1 446	2 314	1 751	4 117	4 117
27	528	845	247	1 474	2 359	1 803	4 199	4 199
28	537	859	257	1 502	2 403	1 856	4 283	4 283
29	546	873	268	1 531	2 450	1 912	4 369	4 369
30	558	887	280	1 563	2 500	1 968	4 455	4 455
31	563	901	292	1 593	2 549	2 026	4 544	4 544
32	571	914	305	1 626	2 601	2 087	4 636	4 636
33	580	927	319	1 660	2 656	2 149	4 728	4 728
35	596	953	333	1 693	2 709	2 213	4 823	4 823
37	611	978	347	1 726	2 762	2 279	4 920	4 920
39	626	1 002	362	1 760	2 816	2 347	5 018	5 018
41	641	1 026	378	1 796	2 873	2 416	5 118	5 118
43	655	1 048	395	1 833	2 933	2 488	5 220	5 220
45	669	1 071	415	1 875	3 000	2 562	5 325	5 325
47	683	1 093	433	1 913	3 000	2 639	5 432	5 432
49	696	1 114	452	1 951	3 000	2 718	5 541	5 541
51	709	1 135	472	1 991	3 000	2 799	5 652	5 652
53	722	1 155	493	2 031	3 000	2 882	5 765	5 765
55	735	1 175	515	2 073	3 000	2 967	5 880	5 880
58	753	1 205	537	2 114	3 000	3 056	5 998	5 998
61	771	1 233	561	2 157	3 000	3 147	6 118	6 118
64	788	1 261	585	2 199	3 000	3 240	6 240	6 240
67	805	1 288	610	2 242	3 000	3 337	6 365	6 365
70	821	1 314	637	2 288	3 000	3 436	6 492	6 492
73	838	1 340	665	2 334	3 000	3 538	6 622	6 622
76	853	1 365	694	2 381	3 000	3 643	6 754	6 754
79	869	1 390	725	2 429	3 000	3 751	6 889	6 889
82	884	1 414	757	2 478	3 000	3 863	7 027	7 027
86	904	1 446	790	2 528	3 000	3 978	7 168	7 168
90	923	1 477	825	2 579	3 000	4 056	7 311	7 311
94	942	1 507	861	2 631	3 000	4 218	7 457	7 457
98	960	1 536	899	2 684	3 000	4 343	7 606	7 606
102	978	1 565	938	2 738	3 000	4 472	7 758	7 758
107	1 000	1 600	979	2 792	3 000	4 605	7 913	7 913
112	1 000	1 634 ¹⁾	1 000	2 820	3 000	4 742	8 071	8 071
117	1 000	1 668 ¹⁾	1 030	2 877	3 000	4 883	8 232	8 232
122	1 000	1 701 ¹⁾	1 061	2 935	3 000	5 028	8 397	8 397
127	1 000	1 733 ¹⁾	1 096	3 000	3 000	5 178	8 565	8 565
130	1 000	1 751	1 129	3 061	3 061	5 332	8 736	8 736
131	1 099	1 758	1 163	3 123	3 123	5 491	8 911	8 911
137	1 122	1 795	1 197	3 184	3 184	5 654	9 089	9 089
143	1 144	1 831	1 233	3 249	3 249	5 822	9 271	9 271
149	1 166	1 866	1 270	3 314	3 314	5 995	9 456	9 456
155	1 188	1 900	1 308	3 381	3 381	6 173	9 645	9 645
162	1 212	1 940	1 347	3 449	3 449	6 357	9 838	9 838
169	1 236	1 978	1 387	3 518	3 518	6 546	10 035	10 035
176	1 260	2 016	1 428	3 587	3 587	6 741	10 236	10 236
184	1 286	2 058	1 470	3 658	3 659	6 942	10 441	10 441
192	1 312	2 099	1 513	3 730	3 730	7 000	10 500	10 500
200	1 337	2 139	1 558	3 805	3 805			
209	1 364	2 183	1 604	3 880	3 880			

¹⁾ At these voltages, the values of *V_b* are determined by the general curve $V_b = 183.2 U^{0.4638}$ and are not 1.6 *V_a*.

²⁾ Interpolation is allowed between adjacent points in the table.

Lorsqu'il y a des condensateurs sur l'isolation à l'essai (par exemple, condensateurs d'antiparasitage), il est recommandé d'utiliser des tensions d'essai continues.

Il y a lieu de déconnecter les éléments constitutifs qui fournissent un chemin en courant continu en parallèle avec l'isolation à essayer, tels que les résistances de décharge des condensateurs de filtre et les dispositifs de limitation de courant.

La tension appliquée à l'isolation à l'essai doit être amenée progressivement de zéro à la tension prescrite, et maintenue à cette valeur pendant 60 s.

Pour les besoins des essais en fabrication, la durée de l'essai de rigidité diélectrique peut être réduite à 1 s ; d'autres méthodes d'essais en fabrication sont à l'étude.

Il ne doit pas se produire de perforation pendant l'essai.

On considère qu'il s'est produit une perforation lorsque le courant qui circule par l'effet de l'application de la tension d'essai augmente rapidement d'une façon incontrôlée, c'est-à-dire que l'isolation n'empêche plus la circulation du courant. L'effet corona, ou un simple contournement momentané n'est pas considéré comme une perforation de l'isolation.

Lors de l'essai des revêtements isolants, une feuille métallique doit être appuyée contre l'isolation au moyen d'un sac de sable de dimensions telles que la pression soit d'environ 0,5 N/cm². Cette procédure doit être limitée aux endroits où l'isolation est présumée faible, par exemple aux endroits où des arêtes vives métalliques se trouvent sous l'isolation. Lorsque c'est possible, les revêtements isolants doivent être essayés séparément. Il faut veiller à ce 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 des natures d'isolation plus faibles, il convient de veiller à ce que la tension appliquée à l'isolation renforcée ne produise pas de contraintes trop élevées sur l'isolation principale ou sur l'isolation supplémentaire.

Avant le début des essais, lorsque c'est nécessaire, les circuits intégrés et analogues dans les circuits secondaires peuvent être déconnectés ou enlevés pour éviter qu'ils ne soient endommagés ou détruits du fait de charges, courant de charge capacitif ou autres causes survenant pendant l'essai.

Pendant les essais, une liaison équipotentielle peut être utilisée pour éviter les dommages aux éléments constitutifs et aux isolations qui ne sont pas concernées par l'essai.

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 mécanique ou électrique ou à une défaillance ou dus à un fonctionnement anormal ou à une utilisation négligente soient limités autant que possible.

Après un fonctionnement anormal ou un défaut, le matériel doit rester sûr pour l'opérateur au sens de la présente norme mais il n'est pas prescrit que le matériel doit être encore en bon état de marche.

Des coupe-circuit à fusibles, des coupe-circuit thermiques, des relais à maximum de courant ou des dispositifs analogues, peuvent être utilisés pour assurer une protection appropriée.

La vérification est effectuée par examen et par les essais du paragraphe 5.4. Si plusieurs essais sont applicables au même matériel, ces essais sont effectués successivement. Au début de chaque essai, le matériel doit fonctionner normalement.

Lorsqu'un élément constituant ou un sous-ensemble est enfermé de telle sorte que la mise en court-circuit ou la déconnexion comme spécifié dans cet article n'est pas possible ou est difficile à réaliser sans endommager le matériel, les essais peuvent être effectués sur des parties échantillons pourvues de câbles de connexion spéciaux. Si ceci n'est pas possible ou pratique, l'élément constituant ou le sous-ensemble doit satisfaire aux essais comme un tout.

Il y a deux méthodes alternatives d'assurer la protection contre les défauts qui risqueraient d'affecter les éléments constitutifs électroniques tels que les circuits intégrés, les transistors, thyristors, diodes, résistances et condensateurs. Pour les matériels comportant un grand nombre d'éléments constitutifs électroniques, il peut être préférable de s'appuyer sur une sélection et une application d'éléments constitutifs et de matériaux qui minimisent la possibilité d'inflammabilité et la propagation du feu. Les prescriptions appropriées sont détaillées aux paragraphes 4.4.2 et 4.4.3. L'autre méthode qui peut sembler préférable, pour les matériels comportant peu d'éléments constitutifs électroniques consiste à effectuer les essais avec simulation de défaut du paragraphe 5.4.6, troisième alinéa marqué d'un tiret.

Where there are capacitors across the insulation under test (e.g. radio-frequency filter capacitors), it is recommended that d.c. test voltages are used.

Components providing a d.c. path in parallel with the insulation to be tested, such as discharge resistors for filter capacitors and voltage limiting devices, should be disconnected.

The voltage applied to the insulation on test shall be gradually raised from zero to the prescribed voltage, and held at that value for 60 s.

For production test purposes, the duration of the electric strength test may be reduced to 1 s; alternative methods of production test are under consideration.

There shall be no insulation breakdown during the test.

Insulation breakdown is considered to have occurred when the current which flows as a result of the application of the test voltage rapidly increases in an uncontrolled manner, i.e. the insulation does not restrict the flow of the current. Corona discharge or a single momentary flashover is not regarded as insulation breakdown.

When testing insulation coatings, metal foil shall be pressed against the insulation by means of a sand bag of such a size that pressure is about 0.5 N/cm². This procedure shall 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 shall be tested separately. Care shall be 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 lower grades of insulation, care should be taken that the voltage applied to the reinforced insulation does not overstress basic insulation or supplementary insulation.

Before carrying out these tests, where necessary, integrated circuits and the like in secondary circuits may be disconnected or removed to avoid damage or destruction by capacitive charging currents, or other occurrences, during this test.

During the tests, equipotential bonding may be used to avoid damage to components and insulation which are not involved in the test.

5.4 Abnormal operating and fault conditions

5.4.1 Equipment shall be so designed that the risk of fire or electric shock due to mechanical or electrical overload or failure, or due to abnormal operation or careless use, is limited as far as practicable.

After abnormal operation or a fault, the equipment shall remain safe for an operator within the meaning of this standard, but it is not required that the equipment should still be in full working order.

Fusible links, thermal cut-outs, overcurrent protection devices and the like may be used to provide adequate protection.

Compliance is checked by inspection and by the tests of Sub-clause 5.4. If more than one of the tests is applicable to the same equipment, these tests shall be made consecutively. At the start of each test, the equipment shall be operating normally.

If a component or sub-assembly is so enclosed that short-circuit or disconnection as specified in this clause is not practicable or is difficult to perform without damaging the equipment, the tests may be made on sample parts provided with special connecting leads. If this is not possible or not practical, the component or sub-assembly as a whole shall withstand the tests.

There are two alternative methods of providing protection against faults that could affect electronic components such as integrated circuits, transistors, thyristors, diodes, resistors and capacitors. For equipment with a large number of electronic components, it may be preferable to rely on selection and application of components and materials which minimize the possibility of ignition and spread of flame. The appropriate requirements are detailed in Sub-clauses 4.4.2 and 4.4.3. The alternative method, which may be preferred for equipment with a small quantity of electronic components, is to carry out the simulated fault tests in Sub-clause 5.4.6, third dashed paragraph.

5.4.2 Dans les conditions de surcharge, de rotor bloqué et dans les autres conditions anormales, les moteurs ne doivent pas provoquer un danger à cause de températures excessives.

Parmi les méthodes à utiliser, on peut citer les suivantes :

- utilisation de moteurs qui ne s'échauffent pas de façon excessive dans les conditions à rotor bloqué (protection par impédance propre ou externe) ;
- utilisation dans les circuits secondaires, de moteurs qui peuvent dépasser les limites de température autorisées mais qui ne créent pas de danger ;
- utilisation d'un dispositif sensible au courant du moteur ;
- utilisation d'un coupe-circuit thermique intégré ;
- utilisation d'un circuit détecteur qui coupe l'alimentation du moteur en un temps suffisamment court pour le protéger contre un échauffement excessif si, par exemple, le moteur ne remplit pas la fonction à laquelle il est destiné.

La vérification est effectuée par les essais de l'annexe B qui sont applicables.

5.4.3 Les transformateurs doivent être protégés contre les surcharges par exemple :

- une protection extérieure contre les surintensités ;
- des dispositifs internes thermosensibles ;
- l'utilisation de transformateurs limiteurs de courant.

La vérification est effectuée par les essais de l'article C1 qui s'appliquent.

5.4.4 Pour l'isolation fonctionnelle, les lignes de fuite et distances dans l'air doivent satisfaire à l'une des prescriptions suivantes a) ou b) ou c) :

- a) elles doivent satisfaire aux prescriptions appropriées des lignes de fuite et distances dans l'air du paragraphe 2.9,
- b) elles doivent supporter les essais de rigidité diélectrique appropriés du paragraphe 5.3.2,
- c) elles doivent être court-circuitées.
 - lorsque le court-circuit risque de provoquer la non-satisfaction aux prescriptions concernant la protection contre les échauffements excessifs sauf lorsque l'isolation concernée est d'une classe d'inflammabilité au moins égale à la classe V-1 ;
 - lorsque le court-circuit risque de provoquer la non-satisfaction aux prescriptions concernant la protection contre les chocs électriques. Ceci comprend un risque de dommage thermique sur l'isolation supplémentaire ou l'isolation renforcée.

Les essais pour l'option c) doivent être effectués l'un après l'autre, le matériel fonctionnant sous la tension nominale ou sous la tension maximale de la plage nominale de tensions.

Il faut également tenir compte des autres défauts qui sont la conséquence directe du court-circuit délibéré.

5.4.5 Pour les éléments constituant électromécaniques montés dans des circuits secondaires autres que les moteurs, la vérification de la conformité au paragraphe 5.4.1 doit être effectuée où des dangers risquent de survenir, par application des conditions suivantes une par une au matériel ou à des circuits de simulation, le matériel fonctionnant sous la tension nominale ou sous la tension maximale de la plage nominale de tensions.

- les mouvements mécaniques doivent être bloqués dans la position la plus défavorable, alors que l'élément constituant est normalement alimenté ;
- dans le cas d'un élément constituant normalement mis sous tension par intermittence, un défaut doit être simulé dans le circuit de commande pour entraîner la mise sous tension permanente de l'élément constituant.

5.4.2 Under overload, locked rotor, and other abnormal conditions, motors shall not cause hazard because of excessive temperatures.

Methods of achieving this include the following :

- the use of motors which do not overheat under locked-rotor conditions (protection by inherent or external impedance);
- the use in secondary circuits of motors which may exceed the permissible temperature limits but which do not create a hazard;
- the use of a device responsive to motor current;
- the use of an integral thermal cut-out;
- the use of a sensing circuit which disconnects power from the motor in a sufficiently short time to prevent overheating if, for example, the motor fails to perform its intended function.

Compliance is checked by the applicable tests of Appendix B.

5.4.3 Transformers shall be protected against overload, for example by :

- overcurrent protection ;
- internal thermal cut-outs ;
- use of current limiting transformers.

Compliance is checked by the applicable tests of Clause C1.

5.4.4 For operational insulation, creepage distances and clearances shall satisfy one of the following alternative requirements a) or b) or c):

- a) they shall meet the appropriate creepage distance and clearance requirements of Sub-clause 2.9;
- b) they shall withstand the appropriate electric strength tests of Sub-clause 5.3.2;
- c) they shall be short-circuited :
 - where short-circuiting might cause infringement of the requirements for protection against overheating, except where the insulation affected is of flammability Class V-1 or better;
 - where short-circuit might cause infringement of the requirements for protection against electric shock. This includes possible thermal damage to supplementary or reinforced insulation.

The test for option c) shall be applied one at a time with the equipment operating at rated voltage or at the upper limit of the rated voltage range.

Other faults which are the direct consequence of the deliberate short-circuit shall also be taken into account.

5.4.5 In secondary circuits, when a hazard is likely to occur, electromechanical components other than motors shall be checked for compliance with Sub-clause 5.4.1 by applying the following conditions one at a time, either in the equipment or to simulated circuits, with the equipment operating at rated voltage or at the upper limit of the rated voltage range :

- mechanical movement shall be locked in the most disadvantageous position while the component is energized normally;
- in the case of a component which is normally energized intermittently, a fault shall be simulated in the drive circuit to cause continuous energizing of the component.

La durée de chaque essai doit être la suivante :

- *pour les matériels et pour les éléments constitutants dont le défaut de fonctionnement n'est pas évident pour l'opérateur : aussi longtemps que nécessaire pour obtenir l'état d'équilibre ou jusqu'à l'interruption du circuit par suite d'autres conséquences des conditions de défaut simulée selon ce qui se produit en premier lieu ;*
- *pour les autres matériels et éléments constitutants : 5 min ou jusqu'à l'interruption du circuit par suite de défaillance de l'élément constituant (destruction thermique par exemple) ou d'autres conséquences des conditions de défaut simulé, selon ce qui se produit en premier lieu.*

5.4.6 *Pour les éléments et les circuits autres que ceux qui sont couverts par les prescriptions des paragraphes 5.4.2, 5.4.3 et 5.4.5, la vérification est effectuée par simulation des conditions suivantes :*

- *défaut dans les éléments constitutants dans les circuits primaires ;*
- *défauts dans un élément constituant quelconque dans lequel une défaillance risquerait d'affecter défavorablement l'isolation supplémentaire ou l'isolation renforcée ;*
- *en plus, pour les matériels qui ne satisfont pas aux prescriptions des paragraphes 4.4.2 et 4.4.3, les défauts dans tous les éléments constitutants ;*
- *les défauts provenant de la connexion de l'impédance de charge la plus défavorable aux bornes et aux connecteurs qui délivrent l'énergie ou les sorties de signaux du matériel, autres que les socles d'alimentation du réseau.*

Lorsqu'il existe des socles multiples ayant un même câblage interne, il est nécessaire de faire l'essai sur un seul socle.

Il convient d'étudier le matériel, les schémas et les spécifications concernant les éléments constitutants pour déterminer quelles conditions de défaut peuvent raisonnablement se produire.

Comme exemples, on peut citer les courts-circuits et les circuits ouverts des transistors, diodes et condensateurs (particulièrement les condensateurs électrolytiques), les défauts provoquant une dissipation continue dans les résistances prévues pour une dissipation intermittente et les défauts internes dans les circuits intégrés provoquant une dissipation excessive.

Les essais doivent être effectués l'un après l'autre, le matériel fonctionnant sous la tension nominale ou sous la limite supérieure de la plage nominale de tensions. Il y a lieu d'utiliser soit les circuits réels soit des circuits simulés.

En plus des critères de conformité donnés au paragraphe 5.4.8, les températures dans le transformateur alimentant l'élément constituant à l'essai ne doivent pas dépasser les températures spécifiées à l'article C1 et l'exception décrite en détail dans l'article C1 doit être prise en compte.

5.4.7 *Les matériels doivent être essayés par application de toute condition qui peut survenir en usage normal et en mauvais usage prévisible, le matériel fonctionnant sous la tension nominale ou sous la limite supérieure de la plage nominale de tensions.*

Comme exemples de mauvais usage prévisible, on peut citer :

- *toute manœuvre des organes de manœuvre accessibles, tels que poignées, leviers, touches et barres, qui n'est pas conforme aux instructions du fabricant ;*
- *le recouvrement de groupes d'ouvertures de ventilation qui sont susceptibles d'être recouverts en même temps, par exemple des groupes d'ouvertures situés sur un même côté ou sur le dessus du matériel ; de tels groupes sont couverts successivement.*

De plus, les matériels qui sont munis d'un couvercle de protection doivent être essayés avec le couvercle en place dans les conditions normales de repos jusqu'à ce que l'état de régime soit atteint.

5.4.8 *Pendant les essais des paragraphes 5.4.4, 5.4.5, 5.4.6 et 5.4.7 :*

- *si un feu survient, il ne doit pas se propager en dehors du matériel ;*
- *le matériel ne doit pas émettre de métal fondu ;*

The duration of each test shall be as follows :

- *For equipment or 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 other consequences of the simulated fault condition, whichever is the shorter ;*
- *For other equipment 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.*

5.4.6 *For components and circuits other than those covered by Sub-clauses 5.4.2, 5.4.3 and 5.4.5, compliance is checked by simulating the following conditions :*

- *faults in any components in primary circuits ;*
- *faults in any components where failure could adversely affect supplementary or reinforced insulation ;*
- *additionally, for equipment that does not comply with the requirement of Sub-clauses 4.4.2 and 4.4.3, faults in all components ;*
- *faults arising from connection of the most unfavourable load impedance to terminals and connectors that deliver power or signal outputs from the equipment, other than mains power outlets.*

Where there are multiple outlets having the same internal circuitry, the test need be made to only one sample outlet.

The equipment, circuit diagrams and component specifications shall be examined to determine those fault conditions that might reasonably be expected to occur.

Examples are short circuits and open circuits of transistors, diodes and capacitors (particularly electrolytic capacitors), faults causing continuous dissipation in resistors designed for intermittent dissipation, and internal faults in integrated circuits causing excessive dissipation.

The tests shall be applied one at a time with the equipment operating at rated voltage or at the upper limit of the rated voltage range. Either real or simulated circuits shall be used.

In addition to the compliance criteria given in Sub-clause 5.4.8, temperatures in the transformer supplying the component under test shall not exceed those specified in Clause C1 and account shall be taken of the exception detailed in Clause C1.

5.4.7 *Equipment shall be tested by applying any condition that may be expected in normal use and foreseeable misuse, with the equipment operating at rated voltage or at the upper limit of the rated voltage range.*

Examples of foreseeable misuse conditions are :

- *any operation of accessible operating devices, such as knobs, levers, keys and bars, that is not in accordance with the manufacturer's instructions ;*
- *covering of groups of ventilating openings that are likely to be covered simultaneously, for example groups of openings situated on one side or on the top of the equipment ; such groups should be covered in turn.*

In addition, equipment which is provided with a protective covering shall be tested with the covering in place under normal idling conditions until steady conditions are established.

5.4.8 *During the tests of Sub-clauses 5.4.4, 5.4.5, 5.4.6 and 5.4.7 :*

- *if a fire occurs it shall not propagate beyond the equipment ;*
- *the equipment shall not emit molten metal ;*

- les enveloppes ne doivent pas se déformer au point d'entraîner la non-conformité aux prescriptions des paragraphes 2.1.2, 2.1.5, 2.5.1, 2.9.2 et 4.1.2.

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 5.4.4, 5.4.5, 5.4.6 et 5.4.7, un essai diélectrique doit être effectué si :

- des lignes de fuite et des distances dans l'air sur lesquelles le maintien de l'intégrité d'isolations doubles ou renforcées ont été réduites en dessous des valeurs spécifiées au paragraphe 2.9, 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 5.3.2, après que l'isolation s'est refroidie à la température ambiante, mais sans traitement hygroscopique préalable, et avec les valeurs des tensions d'essai réduites à 0,6 fois les valeurs spécifiées au paragraphe 5.3.2.

- 5.4.9 Les matériels comportant des thermostats, des limiteurs de température ou des coupe-circuit thermiques et destinés à être utilisés sans surveillance ou comportant un condensateur non protégé par un coupe-circuit à fusibles ou un autre dispositif similaire connecté en parallèle avec les contacts, doit être soumis aux essais suivants.

Il convient de juger en même temps les thermostats, limiteurs de température et coupe-circuit thermiques pour vérifier la conformité aux prescriptions de l'article L6.

Les matériels doivent être mis en fonctionnement dans les conditions spécifiées au paragraphe 5.1 et tout dispositif servant à limiter la température doit être court-circuité. Si le matériel est muni de plusieurs thermostats, limiteurs de température ou coupe-circuit thermiques, ceux-ci doivent être court-circuités un à la fois.

S'il ne se produit pas d'interruption de courant, l'alimentation du matériel doit être coupée dès l'obtention de l'état de régime et on doit laisser le matériel se refroidir jusqu'à environ la température ambiante.

Pour les matériels à service temporaire seulement, la durée de l'essai doit être égale à la durée nominale de fonctionnement.

Pour les matériels à service temporaire ou intermittent, l'essai doit être répété jusqu'à obtention de l'état de régime sans tenir compte de la durée nominale de fonctionnement. Pour cet essai, les thermostats, limiteurs de température et coupe-circuit thermiques ne doivent pas être court-circuités.

Si, pour l'un quelconque des essais, un coupe-circuit thermique à réenclenchement manuel fonctionne, ou si le courant est coupé d'une autre façon avant que l'état de régime ne soit atteint, la période de chauffage doit être considérée comme terminée ; mais si l'interruption est due à la rupture d'une partie intentionnellement faible, l'essai doit être répété sur un deuxième échantillon. Les deux échantillons doivent satisfaire aux conditions spécifiées au paragraphe 5.4.8.

- 5.4.10 Les parties thermoplastiques sur lesquelles sont montées directement des parties sous tension dangereuses doivent être résistantes à une chaleur anormale.

La vérification consiste à soumettre la partie à l'essai à la bille suivant, au moyen de l'appareil représenté sur la figure 12, page 166.

La surface de la partie thermoplastique à essayer doit être disposée horizontalement et une bille d'acier de 5 mm de diamètre doit être appuyée avec une force de 20 N sur cette surface.

L'essai doit être effectué dans une étuve à une température dépassant de $40 \pm 2\text{K}$ l'échauffement de la partie déterminé pendant l'essai du paragraphe 5.1. Toutefois, une partie thermoplastique supportant des parties sous tension primaire doit être essayée à une température au moins égale à 125°C .

- enclosures shall not deform in such a way as to cause non-compliance with Sub-clauses 2.1.2, 2.1.5, 2.5.1, 2.9.2 and 4.1.2.

If tests carried out on simulated circuits indicate likely overheating or damage to other parts of the equipment to the extent that safety might be affected, the test shall be repeated in the equipment.

After the tests of Sub-clauses 5.4.4., 5.4.5, 5.4.6 and 5.4.7, 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 value specified in Sub-clause 2.9, 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 5.3.2 after the insulation has cooled to room temperature, but without prior environmental conditioning, and with the test voltages reduced to 0.6 times the values specified in Sub-clause 5.3.2.

- 5.4.9 Equipment having thermostats, temperature limiters or thermal cutouts and intended for unattended use, or having a capacitor not protected by a fuse or the like connected in parallel with the contacts, shall be subjected to the followings tests.

Thermostats, temperature limiters and thermal cut-outs should be assessed at the same time for compliance with the requirements in Clause L6.

Equipment shall be operated under the conditions specified in Sub-clause 5.1 and any control that serves to limit the temperature shall be short-circuited. If the equipment is provided with more than one thermostat, temperature limiter or thermal cutout, each shall be short-circuited, one at a time.

If interruption of the current does not occur, the equipment shall be switched off as soon as steady conditions are established and shall be allowed to cool down to approximately room temperature.

For equipment rated for only short time operation, the duration of the test shall be equal to the rated operating time.

For equipment rated for short time or intermittent operation, the test shall be repeated until steady state conditions are reached, irrespective of the operating time. For this test the thermostats, temperature limiters and thermal cutouts shall not be short-circuited.

If in any tests a manual-reset thermal cutout operates, or if the current is otherwise interrupted before steady conditions are reached, the heating period shall be taken to have ended; but if the interruption is due to the rupture of an intentionally weak part, the test shall be repeated on a second sample. Both samples shall comply with the conditions specified in Sub-clause 5.4.8.

- 5.4.10 Thermoplastic parts, on which parts at hazardous voltage are directly mounted, shall be resistant to abnormal heat.

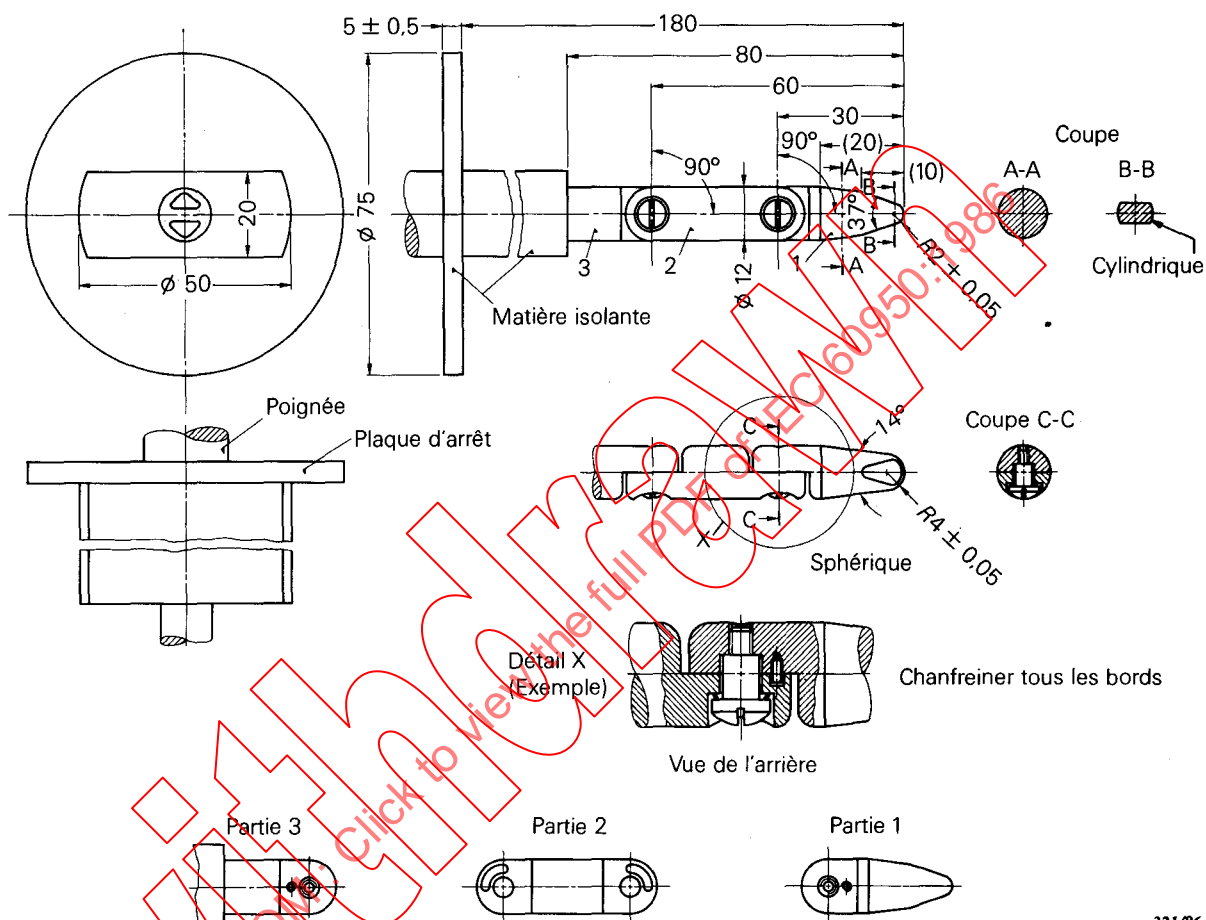
Compliance is checked by subjecting the part to the following ball-pressure test by means of the test apparatus shown in Figure 12, page 167.

The surface of the thermoplastic part to be tested shall be placed in a horizontal position and a steel ball 5 mm in diameter pressed against this surface by a force of 20 N.

The test shall be made in a heating cabinet at a temperature which is 40 ± 2 K greater than the maximum temperature rise of the part determined during the test of Sub-clause 5.1. However, a thermoplastic part supporting parts at primary voltage shall be tested at least at 125 °C.

Après 1 h, on doit retirer la bille de l'échantillon, on doit laisser l'échantillon se refroidir approximativement jusqu'à la température ambiante, par immersion, pendant au plus 10 s, dans de l'eau froide. Le diamètre de l'empreinte de la bille ne doit pas être supérieur à 2 mm.

L'essai ne doit pas être effectué, si l'examen des caractéristiques physiques du matériau montre clairement qu'il satisfait aux prescriptions de l'essai.



Dimensions linéaires en millimètres

Tolérances des dimensions sans indication de tolérances :

sur les angles : $- \frac{0}{10}$

sur les dimensions :

jusqu'à 25 mm : $+ \frac{0}{-0,05}$

au-dessus de 25 mm : $\pm 0,2$

Matériau du doigt : par exemple acier trempé

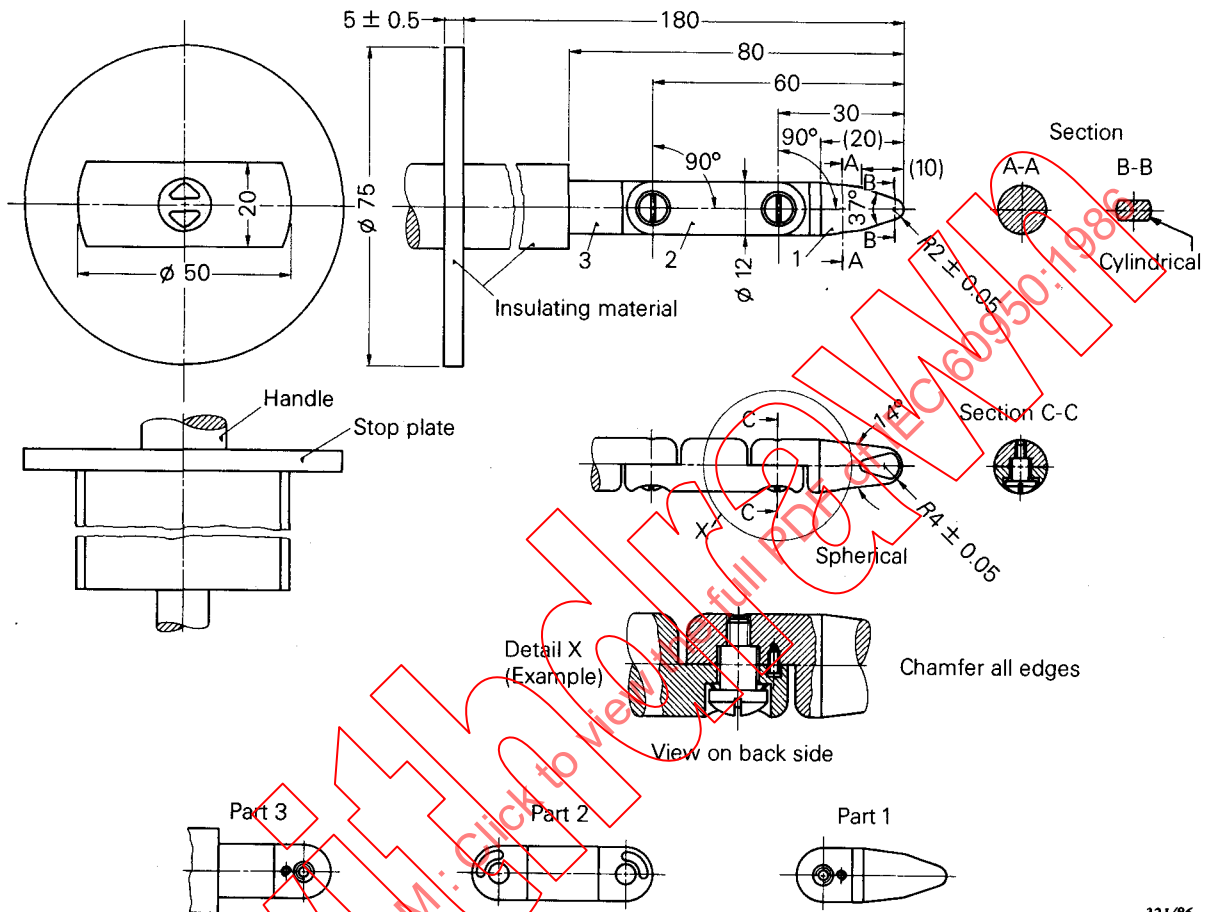
Les deux articulations du doigt peuvent être pliées sous un angle de $90 \frac{+10}{0}$ mais dans une seule et même direction.

L'emploi de la solution pointe-rainure n'est qu'une des solutions possibles pour limiter l'angle de pliage à 90° . Pour cette raison, les dimensions et tolérances de ces détails ne sont pas indiquées dans le dessin. La conception réelle doit assurer un angle de pliage de 90° , avec une tolérance 0 à $+10^\circ$.

FIG. 10. – Doigt d'épreuve (comme dans la modification n° 2 de la Publication 529 de la CEI).

After 1 h, the ball shall be removed and the sample cooled down to approximately room temperature within 10 s by immersion in cold water. The diameter of the impression caused by the ball shall not exceed 2 mm.

The test shall not be made if it is clear from examination of the physical characteristics of the material that it will meet the requirements of the test.



Linear dimensions in millimetres

Tolerances on dimensions without specific tolerance :

on angles : -10°

on linear dimensions :

up to 25 mm : $+\frac{0}{-0.05}$

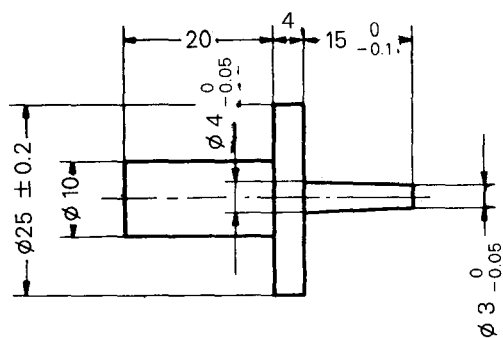
over 25 mm : ± 0.2

Material of finger : for example heat-treated steel

Both joints of this finger may be bent through an angle of $90^\circ +10^\circ$ but in one and the same direction only.

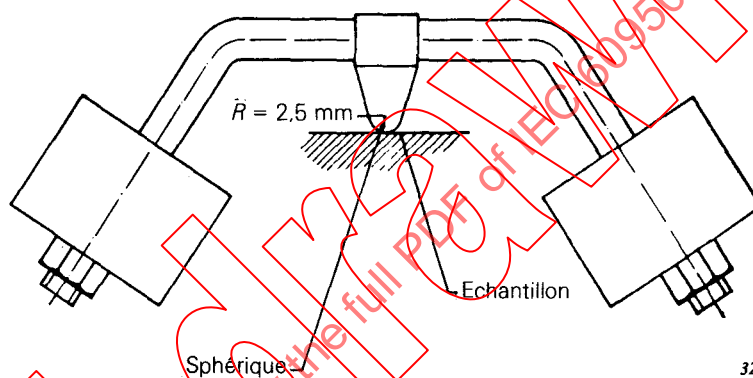
Using the pin and groove solution is only one of the possible approaches in order to limit the bending angle to 90° . For this reason dimensions and tolerances of these details are not given in the drawing. The actual design must ensure a 90° bending angle with a 0 to $+10^\circ$ tolerance.

FIG 10. – Test finger (as in IEC Publication 529, Amendment No. 2).



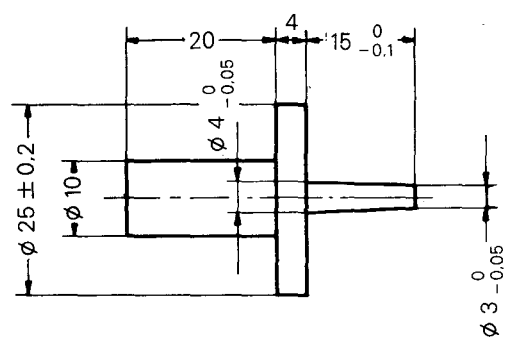
322/86

FIG. 11. - Broche d'essai.



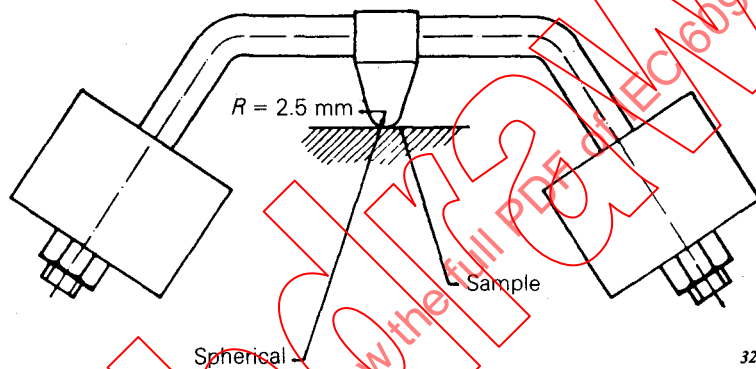
323/86

FIG. 12. - Appareil pour l'essai à la bille.



322/86

FIG. 11. - Test pin.



323/86

FIG. 12. - Ball-pressure apparatus.

ANNEXE A

ESSAIS DE RÉSISTANCE À LA CHALEUR ET AU FEU

Il convient de noter que des fumées toxiques peuvent être émises au cours des essais. Lorsque c'est approprié, il convient d'effectuer les essais soit sous une hotte ventilée soit dans une salle bien aérée mais exempte de courants d'air qui pourraient invalider les essais.

Lorsque les essais utilisent une flamme de gaz, on peut utiliser 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/m³. Le méthane de qualité technique a une pureté minimale de 98,0%. Une analyse type serait la suivante :

Méthane	98,5% molaire
Ethane	0,5
Azote	0,6
Oxygène	0,1
Gaz carbonique	0,1
Propane	0,1
Alkanes de rang supérieur	0,1

A1. Essai d'inflammabilité pour les enveloppes contre le feu des matériels mobiles de masse totale supérieure à 18 kg et de matériels fixes

A1.1 *L'essai doit être effectué sur trois échantillons constitués chacun d'une enveloppe contre le feu complète ou d'une portion d'enveloppe contre le feu représentant l'épaisseur de paroi la plus faible et comprenant toute ouverture d'aération.*

A1.2 *Avant l'essai, les échantillons doivent être conditionnés pendant 7 jours (168 h) dans une étuve à circulation d'air maintenue à une température uniforme au moins supérieure de 10 K à la température maximale du matériau mesurée pendant l'essai du paragraphe 5.1 ou égale à 70°C suivant la valeur la plus élevée, puis refroidis à la température ambiante.*

A1.3 *Les échantillons doivent être montés comme ils le seraient en usage normal. Une couche de coton chirurgical non traité doit être placée à 300 mm en dessous du point d'application de la flamme d'essai.*

A1.4 *La flamme d'essai doit être produite par un bec Bunsen, dont le tube a un diamètre intérieur de $9,5 \pm 0,5$ 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/m³ et la flamme d'essai doit être réglée de façon que, lorsque le bec est en position verticale, la longueur totale de la flamme atteigne environ 130 mm et la longueur du cône bleu intérieur environ 40 mm.*

A1.5 *La flamme d'essai doit être appliquée sur une surface interne de l'échantillon, en un endroit jugé susceptible de s'enflammer en raison de sa proximité d'une source d'inflammation.*

S'il s'agit d'une section verticale, la flamme doit être appliquée sous un angle d'environ 20° par rapport à la verticale. S'il existe des ouvertures d'aération, la flamme doit être appliquée à un bord d'une ouverture ; sinon, la flamme doit être appliquée à une surface pleine. Dans tous les cas, la pointe du cône bleu intérieur de la flamme doit être en contact avec l'échantillon. La flamme doit être appliquée pendant 5 s, puis retirée pendant 5 s. L'opération doit être répétée jusqu'à ce que l'échantillon ait été soumis à cinq applications de la flamme d'essai au même endroit.

APPENDIX A

TESTS FOR RESISTANCE TO HEAT AND FIRE

It should be noted that toxic fumes may be given off during the tests. Where appropriate the tests should be carried out either under a ventilated hood or in a well-ventilated room, but free from draughts which could invalidate the tests.

Where the tests use a gas flame, technical grade methane with a suitable regulator and meter for gas flow, or natural gas having a calorific value of approximately 37 MJ/m³, may be used. Technical grade methane has a minimum purity of 98.0 mole % and a typical analysis would be:

Methane	98.5 mole %
Ethane	0.5
Nitrogen	0.6
Oxyge	0.1
Carbon dioxide	0.1
Propane	0.1
Higher alkanes	0.1

A1. Flammability test for fire enclosures of movable equipment having a total mass exceeding 18 kg and of stationary equipment

A1.1 *Three samples, each consisting of either a complete fire enclosure or a section of the fire enclosure representing the least wall thickness and including any ventilation opening, shall be tested.*

A1.2 *Prior to being tested, the samples shall be conditioned in a circulating air oven for a period of 7 days (168 h) at a uniform temperature 10 K higher than the maximum temperature reached by the material measured during the test of Sub-clause 5.1, or 70°C, whichever is the higher, and then cooled to room temperature.*

A1.3 *Samples shall be mounted as they would be in actual use. A layer of untreated surgical cotton shall be located 300 mm below the point of application of the test flame.*

A1.4 *The test flame shall be obtained by means of a Bunsen burner whose barrel has an inside diameter of 9.5 ± 0.5 mm and a length of approximately 100 mm above the primary air inlets. A gas supply of calorific value approximately 37 MJ/m³ shall be used and the flame adjusted so that while the burner is vertical, the overall height of the flame is approximately 130 mm and the height of the inner blue cone is approximately 40 mm.*

A1.5 *The test flame shall be applied to an inside surface of the sample at a location judged to be likely to become ignited because of its proximity to a source of ignition.*

If a vertical part is involved, the flame shall be applied at an angle of approximately 20° from the vertical. If ventilation openings are involved, the flame shall be applied to an edge of an opening; otherwise 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. This operation shall be repeated until the sample has been subjected to five applications of the test flame to the same location.

L'essai doit être répété sur les deux autres échantillons. S'il y a plusieurs parties de l'enveloppe électrique proches d'une source d'inflammation, chaque échantillon doit être essayé avec application de la flamme à un endroit différent.

A1.6 *Pendant l'essai, l'échantillon ne doit pas émettre de gouttelettes ou de particules enflammées capables d'enflammer le coton chirurgical, l'échantillon ne doit pas continuer de brûler plus de 1 min après la cinquième application de la flamme d'essai et ne doit pas être entièrement consumé.*

A2. Essai d'inflammabilité pour les enveloppes contre le feu des matériels mobiles de masse totale inférieure ou égale à 18 kg

A2.1 *L'essai doit être effectué sur trois échantillons constitués chacun par une enveloppe contre le feu complète ou par une portion d'enveloppe contre le feu représentant l'épaisseur de paroi la plus faible et comprenant toute ouverture d'aération.*

A2.2 *Avant l'essai, les échantillons doivent être conditionnés pendant 7 jours (168 h) dans une étuve à circulation d'air maintenue à une température uniforme au moins supérieure de 10 K à la température maximale de la partie mesurée pendant l'essai du paragraphe 5.1 ou égale à 70 °C suivant la valeur la plus élevée, puis refroidis à la température ambiante.*

A2.3 *Les échantillons doivent être montés comme ils le seraient en usage normal.*

A2.4 *La flamme d'essai doit être produite par un bec Bunsen, dont le tube a un diamètre intérieur de $9,5 \pm 0,5$ 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/m³ et la flamme doit être réglée de façon que lorsque le bec est en position verticale, la longueur totale de la flamme atteigne environ 20 mm, les entrées d'air étant entièrement fermées.*

A2.5 *La flamme d'essai doit être appliquée sur une surface interne de l'échantillon, en un endroit jugé susceptible de s'enflammer en raison de sa proximité d'une source d'inflammation.*

S'il s'agit d'une section verticale, la flamme doit être appliquée sous un angle d'environ 20° par rapport à la verticale. S'il existe des ouvertures d'aération, la flamme est appliquée à un bord d'une ouverture, sinon la flamme doit être appliquée à une surface pleine. Dans tous les cas, la pointe de la flamme doit être en contact avec l'échantillon. La flamme doit être appliquée pendant 30 s, retirée pendant 60 s et appliquée à nouveau au même endroit pendant 30 s.

L'essai doit être répété sur les deux autres échantillons. S'il existe plusieurs parties de l'enveloppe contre le feu proches d'une source d'inflammation, chaque échantillon doit être essayé avec application de la flamme à un endroit différent.

A2.6 *Pendant l'essai, l'échantillon ne doit pas continuer de brûler plus de 1 min après la deuxième application de la flamme d'essai et ne doit pas être entièrement consumé.*

A2.7 *En remplacement de la méthode et de l'appareillage spécifiés aux paragraphes A2.4 et A2.5, la méthode et l'appareillage décrits aux articles 4 et 8 de la Publication 695-2-2 de la CEI: Essais relatifs aux risques du feu. Deuxième partie: Méthodes d'essai. Essai au brûleur-aiguille, peuvent être utilisés. Le nombre d'application de la flamme, leur durée et la méthode doivent être comme spécifié au paragraphe A2.5 et la vérification de conformité en accord avec le paragraphe A2.6.*

La conformité à l'une ou l'autre méthode est acceptable; il n'est pas nécessaire qu'il y ait conformité aux deux méthodes.

A3. Essais par amorçage d'arc à courant élevé

A3.1 *L'essai doit porter sur trois échantillons de chaque matériau de l'enveloppe. Les échantillons doivent avoir 150 mm de long par 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.*

The test shall be repeated on the remaining two samples. If more than one part of the fire enclosure is near a source of ignition, each sample shall be tested with the flame applied to a different location.

A1.6 *During the test, the sample shall not release either flaming drops or particles capable of igniting the surgical cotton. The sample shall not continue to burn for more than 1 min after the fifth application of the test flame, and shall not be consumed completely.*

A2. Flammability test for fire enclosures of movable equipment having a total mass not exceeding 18 kg

A2.1 *Three samples, each consisting of either a complete fire enclosure or a section of the fire enclosure representing the least wall thickness and including any ventilation opening, shall be tested.*

A2.2 *Prior to being tested, the samples shall be conditioned in a circulating air oven for a period of 7 days (168 h) at a uniform temperature 10 K higher than the maximum temperature of the part measured during the test of Sub-clause 5.1, or 70°C, whichever is the higher, and then cooled to room temperature.*

A2.3 *Samples shall be mounted as they would be in actual use.*

A2.4 *The test flame shall be obtained by means of a Bunsen burner whose barrel has an inside diameter of 9.5 ± 0.5 mm and a length of approximately 100 mm above the primary air inlet. A gas supply of calorific value approximately 37 MJ/m³ shall be used and the flame adjusted so that while the burner is vertical, the overall height as the flame is approximately 20 mm with the air inlet ports closed.*

A2.5 *The test flame shall be applied to an inside surface of the sample at a location judged to be likely to become ignited because of its proximity to a source of ignition.*

If a vertical part is involved, the flame shall be applied at an angle of approximately 20° from the vertical. If ventilation openings are involved, the flame shall be applied to an edge of an opening; otherwise to a solid surface. In all cases, the tip of the flame shall be in contact with the sample. The flame shall be applied for 30 s and removed for 60 s, then reapplied to the same location for 30 s.

The test shall be repeated on the remaining two samples. If more than one part of the fire enclosure is near a source of ignition, each sample shall be tested with the flame applied to a different location.

A2.6 *During the test, the sample shall not continue to burn for more than 1 min after the second application of the test flame, and shall not be consumed completely.*

A2.7 *As an alternative to the apparatus and procedure specified in Sub-clauses A2.4 and A2.5, the apparatus and procedure specified in Clauses 4 and 8 of IEC Publication 695-2-2: Fire Hazard Testing. Part 2: Test Methods. Needle-flame Test, may be used. The manner, duration and number of flame applications shall be as specified in Sub-clause A2.5 and compliance is in accordance with Sub-clause A2.6.*

Compliance with either method is acceptable; it is not necessary to comply with both methods.

A3. High current arcing ignition test

A3.1 *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 burr, fins, etc.*

A3.2 L'essai doit être effectué avec une paire d'électrodes d'essai et une charge d'impédance inductive variable montées en série sur une source de courant alternatif 220 V à 240 V, 50 Hz ou 60 Hz (voir figure A1).

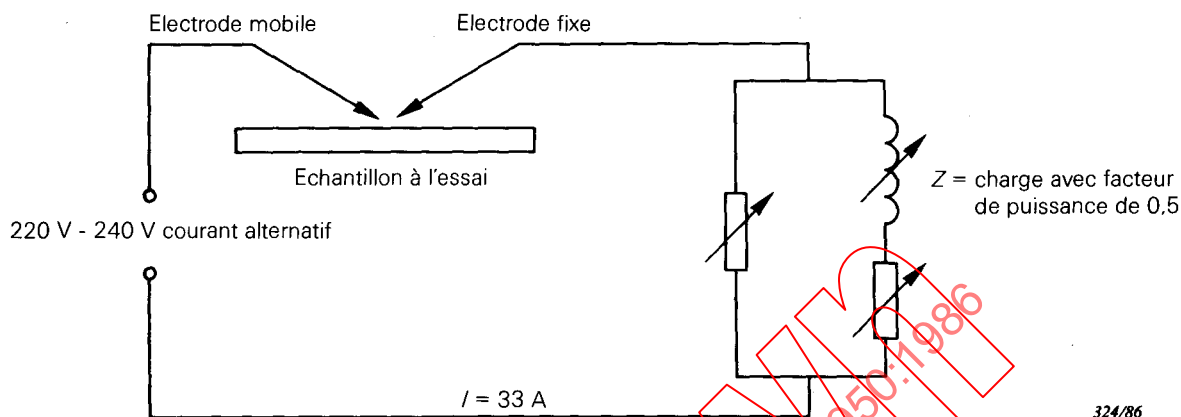


FIG. A1. – Circuit pour les essais par amorçage d'arc à courant élevé.

Un circuit équivalent peut être utilisé.

Une électrode doit être fixe et l'autre mobile. L'électrode fixe doit consister en un conducteur en cuivre massif de 10 mm² à pointe conique horizontale. L'électrode mobile doit être une baguette d'acier inoxydable de 3 mm de diamètre, à pointe pyramidale et doit pouvoir être déplacée le long de son axe. Les électrodes doivent être disposées l'une en face de l'autre à un angle de 45° par rapport à l'horizontale. Les électrodes étant 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 0,5.

L'échantillon essayé doit être maintenu dans une position horizontale dans l'air, de telle façon que les électrodes, lorsqu'elles se touchent, se trouvent à 1,6 mm au-dessus de l'échantillon. L'électrode mobile doit être commandée manuellement ou d'une autre manière de telle façon qu'elle puisse être retirée du contact avec l'électrode fixe pour couper le circuit puis abaissée pour refermer le circuit afin de produire une série d'arcs à une cadence d'environ 40 arcs/min, avec une vitesse de séparation de 254 ± 25 mm/s.

L'essai doit être répété sur les deux autres échantillons.

A3.3 Chaque échantillon doit supporter 30 arcs électriques sans qu'il y ait inflammation.

A4. Essai d'inflammation au fil chaud

A4.1 L'essai doit porter sur trois échantillons de chaque matériau de l'enveloppe. Les échantillons doivent avoir 150 mm de long par 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.

A4.2 Une longueur de 200 ± 5 mm d'un fil nickel/chrome exempt de fer (80% nickel, 20% chrome), d'environ 0,5 mm de diamètre et d'une résistance à froid d'environ 5,28 Ω /m doit être utilisée. Le fil doit être relié dans une longueur droite à une source d'alimentation variable réglée pour dissiper 65 W dans le fil pendant une durée de 8 s à 12 s. Après refroidissement, le fil doit être enroulé autour de l'échantillon de façon à faire cinq tours complets espacés d'environ 6 mm les uns des autres.

A3.2 The test shall be made with a pair of test electrodes and a variable inductive impedance load connected in series to a source of 220 V to 240 V a.c., 50 Hz or 60 Hz (see Figure A1).

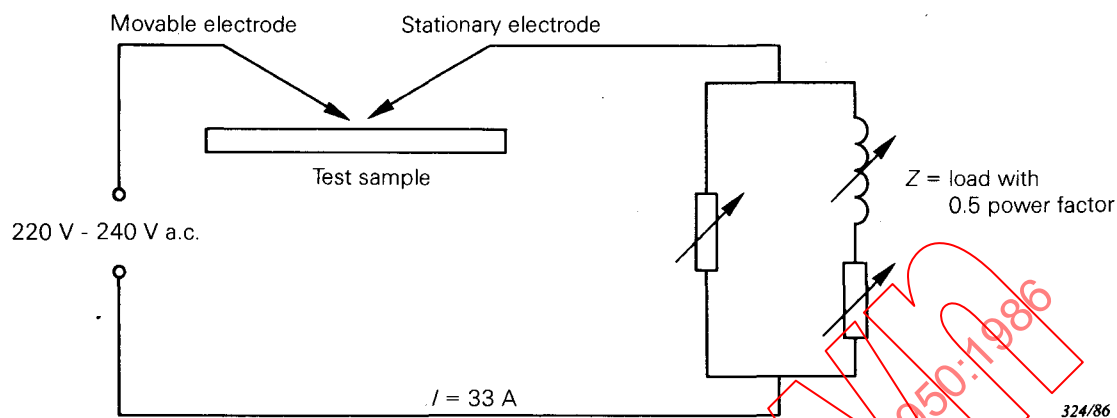


FIG. A1. – Circuit for high current arcing test.

An equivalent circuit may be used.

One electrode shall be stationary and the second movable. The stationary electrode shall consist of 10 mm² solid copper conductor having a horizontal chisel point. The movable electrode shall be a 3 mm diameter stainless steel rod with a pyramidal point and shall be capable of being moved along its own axis. The electrodes shall be located opposing each other, at an angle of 45° to the horizontal. With the electrodes short-circuited, the variable inductive impedance load shall be adjusted until the current is 33 A at a power factor of 0.5.

The sample under test shall be supported horizontally in air so that the electrodes, when touching each other, are 1.6 mm above the surface of the sample. The movable electrode shall be manually or otherwise controlled so that it can be withdrawn from contact with the stationary electrode to break the circuit and lowered to remake the circuit, so as to produce a series of arcs at a rate of approximately 40 arcs/min, with a separation speed of 254 ± 25 mm/s.

The test shall be repeated on the remaining two samples.

A3.3 Each test sample shall withstand 30 electrical arcs without ignition.

A4. Hot wire ignition test

A4.1 Three samples of each enclosure 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 shall be free from burrs, fins, etc.

A4.2 A 200 ± 5 mm length of nichrome wire (80% nickel, 20% chromium, iron-free) approximately 0.5 mm diameter and having a cold resistance of approximately 5.28 Ω /m shall be used. The wire shall be connected in a straight length to a variable source of power which is adjusted to cause a power dissipation of 65 W in the wire for a period of 8 s to 12 s. After cooling, the wire shall be wrapped around a sample to form five complete turns spaced 6 mm apart.

- A4.3 L'échantillon entouré par le fil doit être maintenu en position horizontale et les extrémités du fil résistant doivent être reliées à la source d'alimentation électrique variable qui est à nouveau réglée pour dissiper environ 65 W dans le fil (voir figure A2).

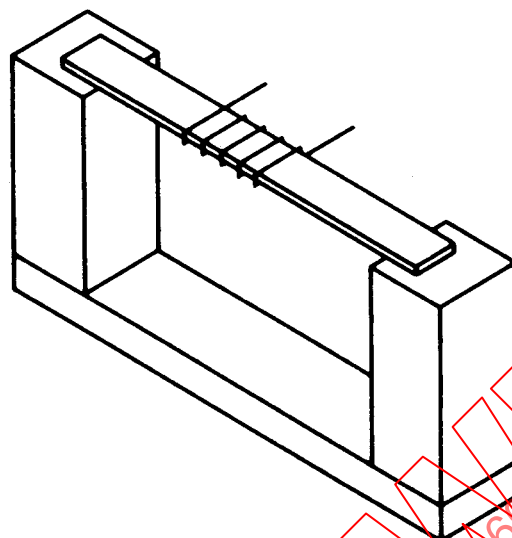


FIG. A2. – Montage pour l'essai d'inflammation au fil chaud.

L'essai est répété sur les deux autres échantillons.

- A4.4 Chaque échantillon doit supporter l'essai pendant au moins 15 s, sans inflammation.

A5. Essai à l'huile chaude enflammée

Un échantillon du fond de l'enveloppe contre le feu, complet et apprêté, doit être disposé sur un support sur lequel il est solidement fixé, dans une position horizontale. De l'étamine blanchie d'environ 26 m²/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 doit avoir des dimensions telles qu'elle puisse recouvrir complètement l'ensemble des ouvertures dans l'échantillon sans être toutefois suffisamment large pour recueillir une portion quelconque de l'huile qui déborde de l'échantillon ou ne passe pas par les ouvertures.

Il est recommandé d'entourer la zone d'essai d'un écran métallique ou d'une enveloppe 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-volatil ayant une masse volumique 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 38 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.

A4.3 *The wrapped sample shall be supported in a horizontal position and the ends of the wire connected to the variable power source, which is again adjusted to dissipate 65 W in the wire (see Figure A2).*

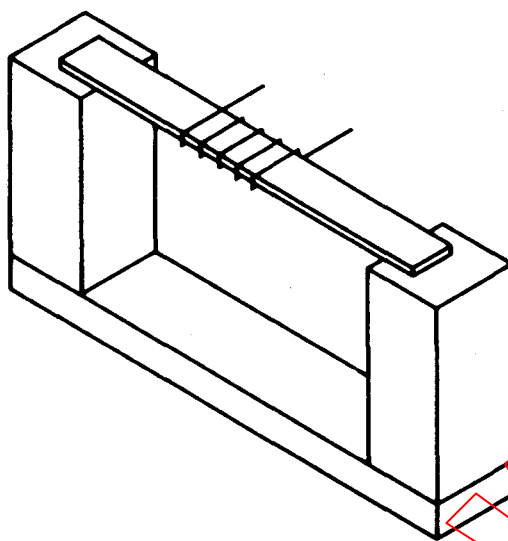


FIG. A2. – Test fixture for hot wire ignition test.

The test shall be repeated on the two remaining samples.

A4.4 *Each sample shall withstand the test for at least 15 s without ignition.*

A5. Hot flaming oil test

A sample of the complete finished bottom of the fire enclosure shall be securely supported in a horizontal position. Bleached cheesecloth of approximately 26 m²/kg shall be placed in one layer over a shallow, flat-bottomed pan approximately 50 mm below the sample, and shall be of sufficient size to cover completely the pattern of openings in the sample, but not large enough to catch any of the oil that runs over the edge of the sample or otherwise does not pass through the openings.

Use of a metal screen or a 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 38 MJ/l. The ladle containing the oil shall be 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.

A6. Essais d'inflammabilité pour classer les matériaux V-0, V-1 ou V-2

- A6.1 Dix échantillons du matériau ou de l'ensemble destiné à être classé V-0, 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 large 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 Avant l'essai, un jeu de cinq échantillons doit être conditionné pendant 7 jours (168 h) dans une étuve à circulation d'air maintenue à une température uniforme de $70 \pm 1^\circ\text{C}$. Immédiatement après, les échantillons doivent être placés dans un dessiccateur à chlorure de calcium pendant 4 h au moins pour refroidir à la température ambiante. L'autre jeu de cinq échantillons doit être conditionné pendant 48 h à une température de $23 \pm 2^\circ\text{C}$ et une humidité relative comprise entre 45% et 55%.
- A6.4 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 $\times$ 50 mm aplatie à une hauteur libre maximale de 6 mm). Un bec Bunsen non allumé, dont le tube a un diamètre interne de $9,5 \pm 0,5$ mm et une longueur d'environ 100 mm au-dessus des principales bouches d'admission d'air 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. L'énergie calorifique du gaz à la pression normale doit être d'environ 37 MJ/m³. Le bec, éloigné de l'échantillon, doit être allumé et réglé de manière à produire une flamme bleue constante ayant une hauteur totale d'environ 20 mm.
- A6.5 La flamme du brûleur doit être mise en position sous l'échantillon pendant 10 s puis retirée.
La durée de toute combustion avec flammes de l'échantillon après retrait de la flamme d'essai ne doit pas dépasser 10 s pour la classe V-0 et 30 s pour les classes V-1 ou V-2.
- A6.6 Immédiatement après la cessation de l'émission de flammes par l'échantillon l'essai du paragraphe A6.5 doit être répété sur le même échantillon.
La durée de toute combustion incandescente de l'échantillon après la seconde application de la flamme d'essai ne doit pas dépasser 30 s pour la classe V-0 et 60 s pour les classes V-1 ou V-2.
- A6.7 Les essais des paragraphes A6.5 et de A6.6 doivent être répétés sur les quatre autres échantillons de chaque jeu.
- A6.8 Le matériau est de la classe V-2, dans l'épaisseur essayée si tout ce qui suit s'applique :
- chaque échantillon satisfait aux essais des paragraphes A6.5, A6.6 et A6.7;
 - la durée moyenne de l'émission de flamme ne dépasse pas 25 s pour chaque jeu de cinq échantillons ;
 - le matériau ne continue pas de brûler jusqu'à la bride de maintien.

Pour la classe V-2, il est autorisé qu'il y ait inflammabilité du coton chirurgical.

A6. Flammability tests for classifying materials V-0, V-1 or V-2

A6.1 Ten samples of a material or assembly intended to be classified V-0, V-1 or V-2 shall be tested as indicates 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 materials, other than foamed plastic, 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 Prior to being tested, a set of five samples shall be conditioned in a circulating air oven for 7 days (168 h) at a uniform temperature of $70 \pm 1^\circ\text{C}$. Immediately afterwards, the samples shall be placed in a calcium chloride desiccator for at least 4 h to cool to room temperature. The other set of five samples shall be conditioned for 48 h at a uniform temperature of $23 \pm 2^\circ\text{C}$ and a relative humidity between 45% and 55%.

A6.4 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 $\times$ 50 mm thinned out to a maximum free-standing thickness of 6 mm. An unlit Bunsen burner whose barrel has an inside diameter of 9.5 ± 0.5 mm and a length of approximately 100 mm above the primary air inlets, 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 calorific value approximately 37 MJ/m^3 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 approximately 20 mm.

A6.5 The burner flame shall be moved into position under the sample for 10 s, and then removed.

The duration of any flaming combustion of the sample after removal of the test flame shall not exceed 10 s for Class V-0 and 30 s for Classes V-1 or V-2.

A6.6 Immediately after flaming of the sample has ceased, the test of Sub-clause A6.5 shall be repeated on the same sample.

The duration of any glowing combustion of the sample after the second removal of the test flame shall not exceed 30 s for Class V-0 and 60 s for Classes V-1 or V-2.

A6.7 The tests of Sub-clauses A6.5 and A6.6 shall be repeated on the four remaining samples of each set.

A6.8 The material is of Class V-2 in the thickness tested if all of the following apply :

- each sample passes the tests in Sub-clauses A6.5, A6.6 and A6.7;
- the average duration of flaming does not exceed 25 s for each set of five samples, and
- the material does not continue to burn to the holding clamp.

For Class V-2, ignition of the surgical cotton is permitted to occur.

A6.9 *Le matériau est de la classe V-1 dans l'épaisseur essayée si tout ce qui suit s'applique :*

- chaque échantillon satisfait aux essais des paragraphes A6.5, A6.6 et A6.7;
- la durée moyenne de l'émission de flamme ne dépasse pas 25 s pour chaque jeu de cinq échantillons ;
- le matériau ne continue pas à brûler jusqu'à la bride de maintien, et
- le coton n'est pas enflammé par des particules ou des gouttelettes émises pendant ou après l'application de la flamme d'essai.

A6.10 *Le matériau est de la classe V-0 dans l'épaisseur essayée si tout ce qui suit s'applique.*

- chaque échantillon satisfait aux essais des paragraphes A6.5, A6.6 et A6.7;
- la durée moyenne de l'émission de flamme ne dépasse pas 5 s pour chaque jeu de cinq échantillons ;
- le matériau ne continue pas à brûler jusqu'à la bride de maintien, et
- le coton n'est pas enflammé par des particules ou des gouttelettes émises pendant ou après l'application de la flamme d'essai.

A6.11 *Si un seul échantillon d'un jeu de cinq échantillons ne satisfait pas aux prescriptions des paragraphes A6.5, A6.6, A6.8, A6.9 ou A6.10 un autre jeu de cinq échantillons, soumis au même conditionnement doit être essayé. Tous les échantillons de ce deuxième jeu doivent satisfaire aux prescriptions appropriées pour que le matériau dans cette épaisseur soit classé V-0, V-1 ou V-2.*

A7. Essais d'inflammabilité pour classer les matériaux cellulaires HF-1, HF-2 ou HBF

A7.1 *Dix échantillons de matériaux plastiques cellulaires destinés à être classés 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 par 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 *Avant l'essai, cinq échantillons référence A doivent être conditionnés pendant 7 jours (168 h) dans une étuve à circulation d'air maintenue à une température de $70 \pm 1^\circ\text{C}$. 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 référence B doivent être conditionnés pendant au moins 4 jours à une température de $23 \pm 2^\circ\text{C}$ et une humidité relative comprise entre 45% et 55%.*

A7.4 *Les échantillons doivent être disposés sur un écran métallique horizontal (en fil d'acier d'environ 0,8 mm et à mailles carrés de 6,5 mm), de 200 mm de longueur par 75 mm de largeur, dont une extrémité est pliée 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 $9,5 \pm 0,5$ mm, une longueur d'environ 100 mm au-dessus des principales bouches d'admission d'air et le bec une largeur d'environ 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.

A6.9 The material is of Class V-1 in the thickness tested if all of the following apply:

- each sample passes the tests in Sub-clauses A6.5, A6.6 and A6.7;
- the average duration of flaming does not exceed 25 s for each set of five samples;
- the material does not continue to burn to the holding clamp, and
- the surgical cotton is not ignited by any particles or drops released during or after application of the test flame.

A6.10 The material is of Class V-0 in the thickness tested if all of the following apply.

- each sample passes the tests in Sub-clauses A6.5, A6.6 and A6.7;
- the average duration of flaming does not exceed 5 s for each set of five samples, and
- the material does not continue to burn to the holding clamp, and
- the surgical cotton is not ignited by any particles or drops released during or after application of the test flame.

A6.11 If only one sample of a set of five samples fails to comply with the requirements of Sub-clauses A6.5, A6.6, A6.8, A6.9 or A6.10, another set of five samples, subjected to the same conditioning, shall be tested. All samples in this second set shall comply with the appropriate requirements in order for the material in that thickness to be classified V-0, V-1 or V-2.

A7. Flammability test for classifying foamed materials HF-1, HF-2 or HBF

A7.1 Ten samples of a foamed plastic material intended to be classified 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 Prior to being tested, five samples reference A shall be conditioned in a circulating air oven for 7 days (168 h) at a uniform temperature of $70 \pm 1^\circ\text{C}$. 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 reference B shall be conditioned for 48 h at a uniform temperature of $23 \pm 2^\circ\text{C}$ and a relative humidity between 45% and 55%.

A7.4 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 surgical cotton.

A Bunsen burner with a fish-tail flame shall be used, its barrel having an inside diameter of 9.5 ± 0.5 mm, a length of approximately 100 mm above the primary air inlets and a flame spreader having a width of approximately 50 mm. It shall be supported 13 mm under the bend in the wire screen so that the flame is parallel to and central on the bend.

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. L'énergie calorifique fournie par le gaz doit être d'environ 37 MJ/m³. Le bec, éloigné de l'échantillon, doit être allumé et réglé de manière à produire une flamme bleue d'essai constante ayant une hauteur totale d'environ 38 mm.

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.

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 doivent s'appliquer :

- pas plus d'un échantillon référence A et d'un échantillon référence B ne doivent brûler plus de 2 s, après retrait de la flamme d'essai ;
- aucun échantillon ne doit brûler plus de 10 s après retrait de la flamme d'essai ;
- aucun échantillon ne doit être incandescent plus de 30 s après retrait de la flamme d'essai ;
- aucun échantillon ne doit brûler ou être incandescent sur une distance supérieure à 60 mm à partir de l'extrémité à laquelle la flamme d'essai est appliquée.

A7.6 Le matériau est de la classe HF-2 s'il satisfait aux conditions du paragraphe A7.5.

Pour la classe HF-2, il est autorisé qu'il y ait inflammation du coton chirurgical.

A7.7 Le matériau est de la classe HF-1, s'il satisfait aux conditions du paragraphe A7.5 et si, en plus, le coton n'est pas enflammé par des particules ou des gouttelettes émises pendant ou après l'application de la flamme d'essai.

A7.8 Le matériau est de 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 min sur une étendue de 100 mm ;
- soit cessent de brûler avant d'atteindre 120 mm à partir de l'extrémité à laquelle la flamme d'essai est appliquée.

A7.9 Si un seul échantillon d'un jeu de cinq échantillons ne satisfait pas aux prescriptions du paragraphe A7.8, un autre jeu de cinq échantillons, soumis au même conditionnement doit être essayé. Tous les échantillons de ce deuxième jeu doivent satisfaire aux prescriptions appropriées du paragraphe A7.8 pour que le matériau dans cette épaisseur et cette densité, soit classé HBF.

A7.10 Un second jeu de cinq échantillons, soumis au même conditionnement, doit être essayé si un jeu de cinq échantillons ne satisfait pas aux prescriptions des paragraphes A7.6 ou A7.7, pour l'une des raisons suivantes :

- a) un échantillon d'un jeu de cinq échantillons brûle pendant plus de 10 s ; un deuxième échantillon du même jeu peut brûler pendant plus de 2 s mais moins de 10 s comme autorisé par le paragraphe A7.5, ou
- b) deux échantillons d'un jeu de cinq échantillons brûlent pendant plus de 2 s, mais moins de 10 s, ou
- c) un échantillon d'un jeu de cinq échantillons brûle ou est incandescent sur une distance supérieure à 60 mm à partir de l'extrémité à laquelle la flamme d'essai est appliquée, ou
- d) un échantillon d'un jeu de cinq échantillons est incandescent pendant plus de 30 s après retrait de la flamme d'essai, ou
- e) pour la classe HF-1, le coton est enflammé par des particules ou des gouttelettes émises par un échantillon d'un jeu de cinq échantillons.

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 calorific value approximately 37 MJ/m^3 shall be used. While not in proximity to the sample, the burner shall be ignited and adjusted to produce a steady blue test flame with an overall height of approximately 38 mm.

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.

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 one sample reference A and not more than one sample reference B shall flame longer than 2 s after removal of the test flame ;
- no sample shall flame longer than 10 s after removal of the test flame ;
- no sample shall glow longer than 30 s after removal of the test flame ;
- no sample shall flame or glow for a distance greater than 60 mm from the end to which the test flame was applied.

A7.6 The material is of Class HF-2 if it meets the conditions of Sub-clause A7.5.

For Class HF-2 ignition of the surgical cotton is permitted to occur.

A7.7 The material is of 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 test flame.

A7.8 The material is of 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/min over a 100 mm span, or
- cease to burn before reaching 120 mm from the end to which the test flame is applied.

A7.9 If only one sample from a set of five samples fails to comply with the requirements in Sub-clause A7.8, a second set of five samples, subjected to the same conditioning, shall be tested. All samples from this second set of samples shall comply with the appropriate requirements in Sub-clause A7.8 in order for the material of that thickness and density to be classified HBF.

A7.10 A second set of five samples, subjected to the same conditioning, shall be tested if a set of five samples fails to comply with the requirements of Sub-clauses A7.6 or A7.7 because of one of the following situations :

- a) one sample out of a set of five samples flames for more than 10 s ; a second sample out of the same set may flame for more than 2 s but less than 10 s as permitted by Sub-clause A7.5, or
- b) two samples out of a set of five samples flame for more than 2 s but less than 10 s, or
- c) one sample out of a set of five samples flames or glows for a distance greater than 60 mm from the end to which the test flame was applied, or
- d) one sample out of a set of five samples glows for longer than 30 s after removal of the test flame, or
- e) for Class HF-1, the cotton is ignited by particles or drops released from one sample out of a set of five samples.

A8. Essai d'inflammabilité pour classer les matériaux HB

- A8.1 Trois échantillons du matériau ou de l'ensemble destiné à être classé HB doivent être essayés comme indiqué ci-après.
- A8.2 Les échantillons d'essai du matériau doivent avoir environ 130 mm de long par 13 mm de large, avec des bords lisses et une épaisseur au plus égale à la plus faible épaisseur utilisée. Dans le cas de matériaux utilisés en une épaisseur supérieure à 3 mm, les échantillons doivent être réduits à une épaisseur de 3 mm. Les échantillons doivent être marqués en largeur par des lignes à 25 mm et à 100 mm d'une extrémité.
- A8.3 Avant l'essai, les échantillons doivent être conditionnés pendant 48 h à une température uniforme de $23 \pm 2^\circ\text{C}$ et une humidité relative comprise entre 45% et 55%.
- A8.4 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 environ 130 mm de côté et ayant huit ouvertures au centimètre) doit 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 (voir figure A3).

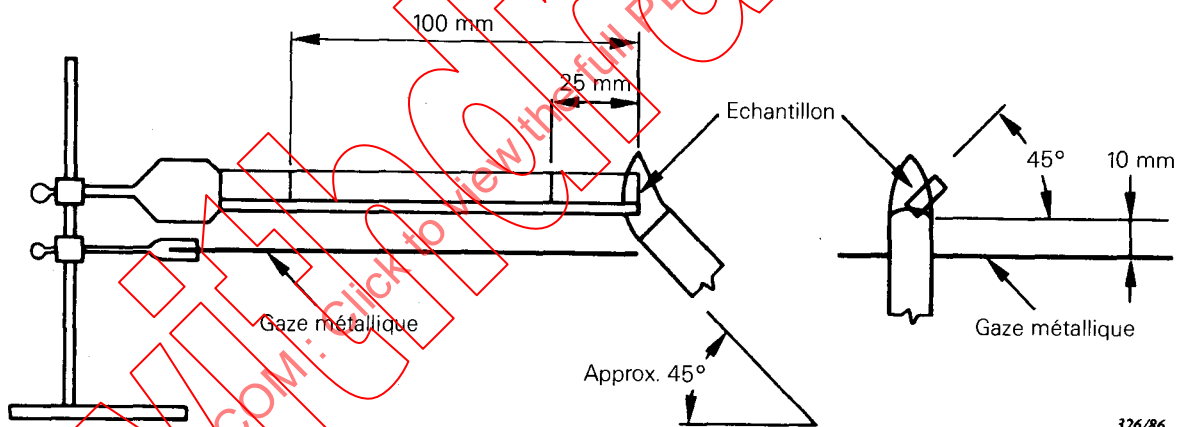


FIG. A3. – Dispositif pour l'essai d'inflammabilité pour classer les matériaux HB.

Un bec Bunsen non allumé, dont le tube a un diamètre interne de $9,5 \pm 0,5$ mm et une longueur d'environ 100 mm au-dessus des principales bouches d'admission d'air 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 avec précision en position sous l'échantillon. Une alimentation de gaz d'environ 37 MJ/m^3 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 d'environ 25 mm.

A8. Flammability test for classifying materials HB

A8.1 *Three samples of a material or assembly intended to be classified 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 or less. For materials used in a thickness greater than 3 mm, the samples shall be reduced to 3 mm thick. The samples shall be marked across their width with lines at 25 mm and 100 mm from one end.*

A8.3 *Prior to being tested the samples shall be conditioned for 48 h at a uniform temperature of $23 \pm 2^\circ\text{C}$ and a relative humidity between 45% and 55%.*

A8.4 *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 sheet of steel wire gauze (approximately 130 mm square and having eight openings per centimetre) shall be supported horizontally 10 mm below the lowest edge of the sample, and with the free end of the sample immediately above the edge of the gauze (see Figure A3).*

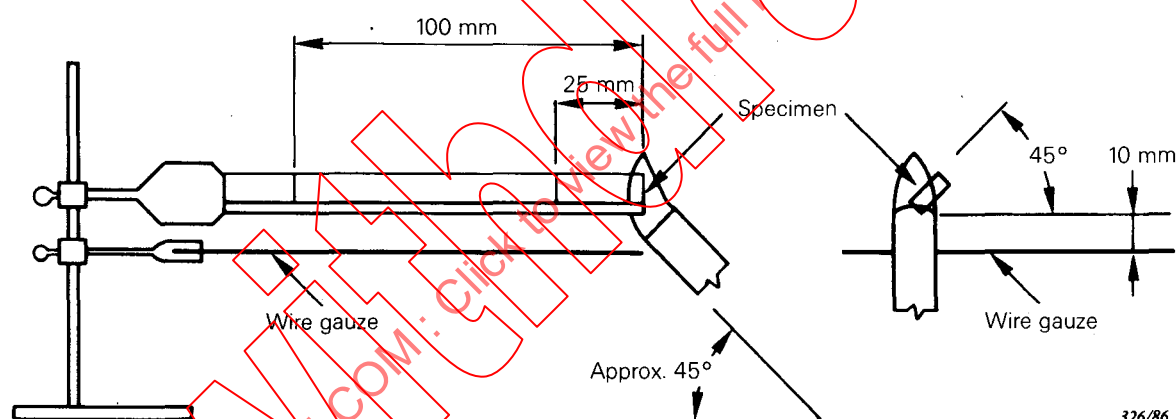


FIG. A3. – Test arrangement for flammability test for classifying materials HB.

An unlit Bunsen burner whose barrel has an inside diameter of 9.5 ± 0.5 mm and a length of approximately 100 mm above the primary air inlets 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 calorific value approximately 37 MJ/m^3 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 approximately 25 mm.

A8.5 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, sur le bord inférieur de l'échantillon et on calcule la vitesse de propagation en millimètres par minute.

L'essai doit être répété sur les deux échantillons restants.

A8.6 Le matériau est de la classe HB si au cours de l'essai ci-dessus aucun échantillon ne présente une vitesse calculée de propagation de la flamme ou de l'incandescence supérieure à :

- 40 mm/min pour les échantillons d'une épaisseur de 3 mm ;
 - 75 mm/min pour les échantillons d'une épaisseur inférieure à 3 mm ;
- ou si la flamme ou l'incandescence n'atteint pas le repère 100 mm.

A8.7 Si un seul échantillon d'un jeu de trois échantillons ne satisfait pas aux prescriptions du paragraphe A8.6, un autre jeu de trois échantillons doit être essayé. Tous les échantillons de ce second jeu doivent satisfaire aux prescriptions pour que le matériau dans cette épaisseur soit classé HB.

A9. Essai d'inflammabilité pour classer les matériaux 5V

A9.1 Pour chacun des essais, les échantillons du matériau destiné à être classé 5V doivent être essayés comme indiqué ci-dessous.

La classification établie par cet essai est applicable uniquement au matériau utilisé dans l'échantillon.

L'essai n'est pas applicable aux échantillons d'épaisseur supérieure à 13 mm et, dans ce cas, il y a lieu d'effectuer les essais de l'article A1 à la place. Si la classification est faite à l'issue d'essais sur des échantillons d'épaisseur inférieure à 13 mm, elle est considérée comme valable pour toute épaisseur supérieure jusqu'à un maximum de 13 mm.

A9.2 Suivant le choix du fabricant, les échantillons du matériau doivent se présenter sous la forme de dix barres d'essai (voir paragraphe A9.5) ou de huit plaques d'essai (voir paragraphe A9.6). Toutefois, si l'on observe que les échantillons en barres subissent des rétrécissements, des elongations ou du fluage, des essais complémentaires doivent être effectués sur des plaques d'essai.

A9.3 Pour chaque essai et avant le début de l'essai, un jeu de cinq barres d'essai ou de quatre plaques d'essai doit être conditionné pendant au moins 48 h à une température uniforme de $23 \pm 2^\circ\text{C}$ et une humidité relative comprise entre 45% et 55%. Un autre jeu de cinq barres d'essai ou de quatre plaques d'essai doit être conditionné pendant une durée de 7 jours (168 h), dans une étuve à circulation d'air à une température uniforme supérieure de 10 K à la température maximale du matériau, déterminée pendant l'essai du paragraphe 5.1, ou à 70°C , suivant la valeur la plus élevée, puis refroidi dans un dessiccateur à chlorure de calcium pendant au moins 4 h à la température ambiante.

A9.4 La flamme d'essai doit être produite par un bec Bunsen dont le tube a un diamètre interne de $9,5 \pm 0,5$ 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^3 et la flamme d'essai doit être réglée de façon que, lorsque le bec est en position verticale, la longueur totale de la flamme atteigne environ 130 mm et la longueur du cône bleu intérieur environ 40 mm.

A9.5 Lorsque des barres sont utilisées, les deux jeux doivent être essayés. Chaque barre d'essai doit avoir 130 mm de long par 13 mm de large et son épaisseur doit être l'épaisseur la plus faible, utilisée dans le matériel, avec un maximum de 13 mm.

A8.5 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, at the lower edge of the sample, the rate of progress in millimetres per minute shall be calculated.

The test shall be repeated on the two remaining samples.

A8.6 The material is of 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 ;
 - 75 mm/min for samples of a thickness of less than 3 mm ;
- or if the flaming or glowing does not reach the 100 mm reference mark.

A8.7 If only one sample of a set of three samples does not comply with the requirements in Sub-clause A7.6, another set of three samples shall be tested. All samples of this second set shall comply with the requirements in order for the material in that thickness to be classified HB.

A9. Flammability test for classifying materials 5V

A9.1 For each of the tests, samples of the material intended to be classified 5V shall be tested as indicated below.

The classification established by this test is applicable only to the material used for the sample.

The test is not applicable to samples of thickness greater than 13 mm and, in such cases, the tests of Clause A1 should be used instead. If the classification is made as a result of testing samples of thickness less than 13 mm, it is considered applicable to any greater thickness up to a maximum of 13 mm.

A9.2 At the option of the manufacturer, either ten samples of the material shall be in the form of test bars (see Sub-clause A9.5), or eight samples of the material shall be in the form of test plaques (see Sub-clause A9.6). However, if bar specimens are observed to undergo shrinkage, elongation, or melting, additional tests shall be conducted on test plaques.

A9.3 For each test, prior to being tested, one set of five test bars or four test plaques shall be conditioned for at least 48 h at a uniform temperature of $23 \pm 2^\circ\text{C}$ and a relative humidity of 45% to 55%. A further set of five test bars or four test plaques shall be conditioned in a circulating air oven for a duration of 7 days (168 h) at a uniform temperature 10 K greater than the maximum temperature of the material determined during the test of 5.1, or 70°C , whichever is the higher, and then cooled in a calcium chloride desiccator for at least 4 h at room temperature.

A9.4 The test flame shall be obtained by means of a Bunsen burner whose barrel has an inside diameter of 9.5 ± 0.5 mm and a length of approximately 100 mm above the primary air inlets. A gas supply of calorific value approximately 37 MJ/m^3 shall be used, and the test flame adjusted so that while the burner is vertical, the overall height of the flame is approximately 130 mm and the height of the inner blue cone is approximately 40 mm.

A9.5 When test bars are used, the two sets shall be tested. Each test bar shall be 130 mm long and 13 mm wide, and shall be the same thickness as the smallest thickness used in the equipment, but not greater than 13 mm.

Chaque échantillon d'essai doit être fixé par sa partie supérieure, l'axe longitudinal étant vertical, par une bride sur un anneau. Le bec doit être fixé sur le plan incliné d'un bloc de montage de façon que le tube du bec puisse être positionné à 20° de la verticale. Le bord étroit de l'échantillon doit être en face du bec. Une couche de coton chirurgical non traité doit être placée 300 mm sous le point d'application de la flamme d'essai.

La flamme doit être appliquée à l'un des coins inférieurs de l'échantillon à un angle de 20° de la verticale de façon que la pointe du cône bleu touche l'échantillon (voir figure A4, page 188).

La flamme doit être appliquée pendant 5 s et enlevée 5 s. L'opération doit être répétée jusqu'à ce que l'échantillon ait été soumis à cinq applications de la flamme d'essai.

Après le cinquième retrait de la flamme d'essai, les éléments suivants sont observés et relevés :

- durée de l'inflammation et de l'incandescence ;
- distance sur laquelle l'échantillon a brûlé ou a été affecté ;
- émission ou absence de particules provenant de l'échantillon, pendant l'essai ;
- observation de déformations ou de contraintes physiques immédiatement après l'inflammation et lorsque l'échantillon est refroidi.

Pour les matériaux à classe 5V, les résultats d'essai doivent être conformes aux critères du paragraphe A9.7 et il ne doit y avoir retrait, allongement ou fusion sur aucune barre. Si l'on observe un tel retrait ou allongement ou une fusion, l'essai du paragraphe A9.6 doit être effectué sur les plaques d'essai.

A9.6 Lorsque des plaques d'essai sont utilisées, les deux jeux doivent être essayés. Chaque plaque doit être de 150 mm × 150 mm et son épaisseur doit être l'épaisseur la plus faible utilisée dans la conception du matériel avec un maximum de 13 mm.

Chaque jeu de quatre plaques doit être monté et essayé dans une position différente de façon que la flamme d'essai soit appliquée comme suit :

- A. Une plaque de chaque jeu verticale avec flamme appliquée au coin inférieur de la plaque.
- B. Une plaque verticale avec flamme appliqué au bord inférieur de la plaque.
- C. Une plaque de chaque jeu verticale avec flamme appliquée au centre d'un côté de la plaque.
- D. Une plaque de chaque jeu horizontale avec flamme appliquée au centre de la surface inférieure de la plaque.

Une couche de coton chirurgical doit être placée 300 mm sous le point d'application de la flamme d'essai.

Pour les essais avec la plaque d'essai en position verticale, la flamme d'essai doit être appliquée sous un angle d'environ 20° avec la verticale.

Pour toutes les positions, la pointe du cône bleu doit être en contact avec la plaque d'essai. La flamme d'essai doit être appliquée 5 s puis enlevée 5 s. Cette opération doit être répétée jusqu'à ce que la plaque d'essai ait été soumise à cinq applications de la flamme d'essai au même endroit.

Après le cinquième retrait de la flamme d'essai, les éléments suivants sont observés et relevés :

- durée de l'inflammation et de l'incandescence ;
- distance sur laquelle l'échantillon a brûlé ou a été affecté ;
- émission ou absence de particules provenant de l'échantillon, pendant l'essai ;
- observation de déformations ou de contraintes physiques immédiatement après l'inflammation et lorsque l'échantillon est refroidi.

Pour que le matériau soit classé 5V, les résultats des essais doivent être conformes aux critères du paragraphe A9.7 et les résultats d'essai pour les positions C et D ne doivent pas montrer une destruction significative dans la zone d'application de la flamme d'essai.

Each test bar shall be supported from the upper end of the bar with the longitudinal axis vertical, by a clamp on a ring stand. The burner shall be supported on an inclined plane of a mounting block so that the burner tube may be positioned at 20° from the vertical. The narrow edge of the bar shall face the burner. A layer of untreated surgical cotton shall be located 300 mm below the point of application of the test flame.

The flame shall be applied to one of the lower corners of the bar at an angle of 20° from the vertical so that the tip of the blue cone touches the bar (see Figure A4, page 189).

The flame shall be applied for 5 s and removed for 5 s. The operation shall be repeated until each bar has been subjected to five applications of the test flame.

After the fifth removal of the test flame, the following shall be observed and recorded :

- duration of flaming plus glowing ;
- the distance the bar burned or was affected ;
- whether or not particles dripped from the bar during the test ;
- any deformation and change in physical strength immediately after burning and when cooled.

For the material to be classified 5V, the test results shall comply with the criteria in Sub-clause A9.7, and there shall be no shrinkage, elongation or melting of any test bar. When shrinkage, elongation or melting is observed, the test of Sub-clause A9.6 shall be conducted on test plaques.

A9.6 When test plaques are used, the two sets shall be tested. Each test plaque shall be 150 mm by 150 mm, and shall be of the same thickness as the minimum thickness used in the design of the equipment, but not greater than 13 mm.

Each set of four plaques shall be mounted and tested in a different position so that the test flame is applied as follows.

- A. One plaque of each set vertical with the flame applied to the lower corner of the plaque.
- B. One plaque of each set vertical with the flame applied to the lower edge of the plaque.
- C. One plaque of each set vertical with the flame applied to the centre of one side of the plaque.
- D. One plaque of each set horizontal with the flame applied to the centre of the bottom surface of the plaque.

A layer of untreated surgical cotton shall be located 300 mm below the point of the application of the test flame.

If the vertical position for the test plaque is involved, the test flame shall be applied at an angle of approximately 20° from the vertical.

For all positions, the tip of the blue cone shall be in contact with the test plaque. The test flame shall be applied for 5 s and removed for 5 s. This operation shall be repeated until the test plaque has been subjected to five applications of the test flame to the same location.

After the fifth removal of the test flame, the following shall be observed and recorded :

- duration of flaming plus glowing ;
- the distance the plaque burned or was affected ;
- whether or not particles dripped from the plaque during the test ;
- any deformation and change in physical strength immediately after burning and when cooled.

For the material to be classified 5V, the test results shall comply with the criteria in Sub-clause A9.7, and the test results for positions C and D shall not show significant destruction in the area of the test flame application.

A9.7 Les critères d'essai sont les suivants :

Pendant l'essai, le matériau ne doit pas,

- libérer des gouttelettes et des particules enflammées capables d'enflammer le coton chirurgical ;
- continuer à brûler avec des flammes ou par incandescence pendant plus de 60 s après la cinquième retrait de la flamme d'essai ;
- être entièrement consumé.

Après les essais sur chaque jeu d'échantillons les résultats doivent être jugés comme suit :

- a) si tous les échantillons satisfont aux prescriptions la classification appropriée doit être faite ;
- b) si un seul échantillon dans un jeu quelconque ne satisfait pas aux prescriptions, les essais doivent être répétés sur un second jeu d'échantillons soumis au même conditionnement. Tous ces échantillons doivent satisfaire aux prescriptions afin de faire la classification appropriée ;
- c) si plus d'un échantillon d'un jeu quelconque ne satisfait pas aux prescriptions, la classification ne doit pas être faite.

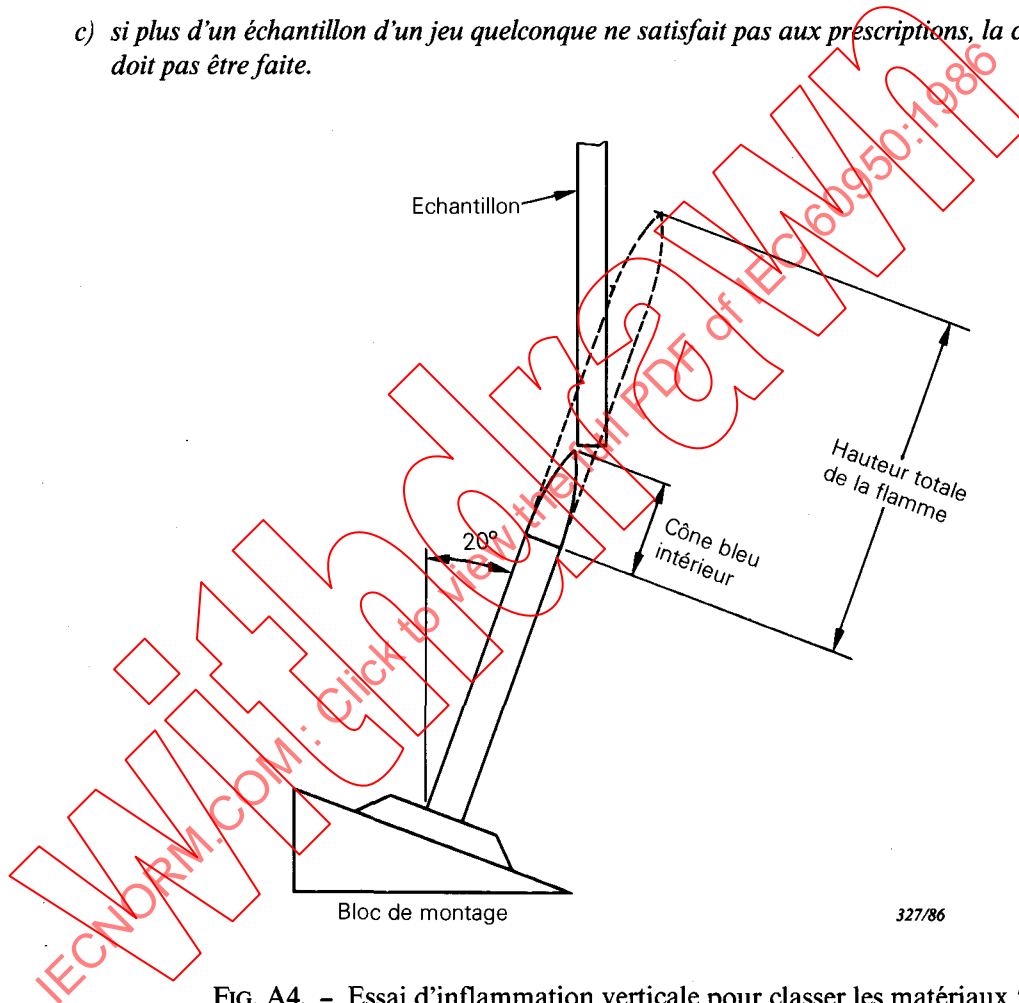


FIG. A4. – Essai d'inflammation verticale pour classer les matériaux 5V.

A9.7 Test criteria are as follows :

During the test, the material shall not,

- *release flaming drops or particles capable of igniting the surgical cotton ;*
- *continue to burn with flaming or glowing combustion for more than 60 s after the fifth removal of the test flame ;*
- *be consumed completely.*

After the test on each set of samples, the results shall be assessed as follows :

- a) *if all samples meet the requirements, the appropriate classification shall be made ;*
- b) *if only one sample in any set fails, the tests shall be repeated on a second set of samples subjected to the same conditioning. All of these samples shall meet the requirements in order to make the appropriate classification ;*
- c) *if two or more samples of any set fail to meet the requirements, the classification shall not be made.*

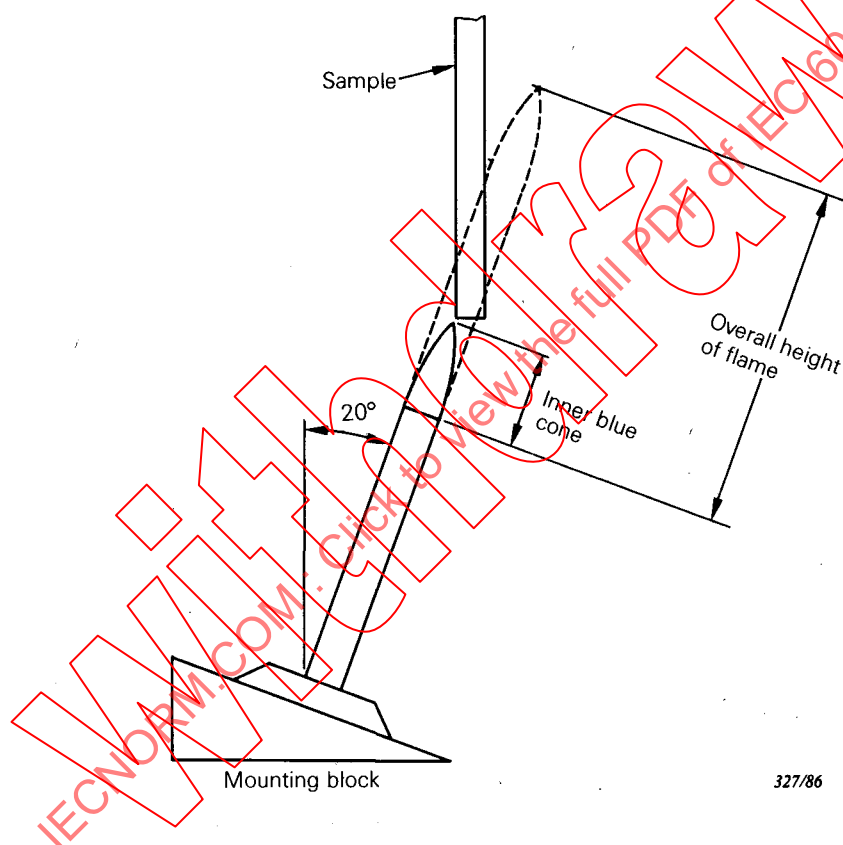


FIG. A4. – Vertical burning test for classifying materials 5V

ANNEXE B

ESSAIS DES MOTEURS DANS LES CONDITIONS ANORMALES

B1. Prescriptions générales

Les moteurs autres que les moteurs à courant continu dans les circuits secondaires doivent satisfaire aux essais des articles B4 et B5 et, lorsqu'ils sont applicables, aux essais des articles B8, B9 et B10, avec l'exception que les moteurs suivants n'ont pas à satisfaire à l'essai de l'article B4 :

- moteurs utilisés uniquement pour le brassage de l'air lorsque l'élément propulsant l'air est directement couplé à l'axe du moteur ;*
- moteurs à bagues de déphasage qui ont une différence inférieure ou égale à 1 A et un rapport entre le courant à rotor calé et le courant à vide inférieur ou égal à 2/1.*

Les moteurs à courant continu dans les circuits secondaires doivent satisfaire aux essais des articles B6, B7 et B10 sauf que les moteurs qui par leur fonctionnement intrinsèque fonctionnent normalement dans les conditions de rotor calé, tels que les moteurs pas à pas, ne sont pas essayés.

B2. Conditions d'essais

Sauf spécification contraire dans la présente annexe, durant les essais le matériel doit être mis en fonctionnement sous la tension nominale ou sous la tension maximale de la plage nominale de tensions.

Les essais peuvent être effectués soit sur l'équipement soit sous des conditions simulées sur le banc. Des échantillons séparés peuvent être utilisés pour les essais sur le banc. Les conditions simulées doivent inclure :

- tout dispositif de protection qui protégerait le moteur dans le matériel complet, et*
- l'utilisation de tout moyen de fixation qui peut servir à évacuer la chaleur de la carcasse du moteur.*

Les températures des enroulements doivent être mesurées comme spécifié au paragraphe 1.4.8. Lorsque des couples thermoélectriques sont utilisés, ils doivent être appliqués sur la surface des enroulements du moteur. Les températures doivent être déterminées à la fin de la période d'essai lorsqu'elle est spécifiée, sinon lorsque la température s'est stabilisée ou lors du fonctionnement des fusibles, des coupe-circuit thermiques, des dispositifs de protection du moteur et des dispositifs analogues.

Pour les moteurs entièrement fermés, protégés par impédance, les températures doivent être mesurées au moyen de couples thermoélectriques appliqués au carter du moteur.

Lorsque des moteurs sans protection thermique propre sont essayés dans des conditions simulées sur le banc, les températures mesurées sur les enroulements doivent être modifiées pour tenir compte de la température ambiante dans laquelle le moteur est placé normalement dans le matériel, comme mesurée pendant l'essai de l'article 5.1.

B3. Températures maximales

Pour les essais des articles B5, B7, B8 et B9, les limites de température telles qu'elles sont spécifiées au tableau B1, ne doivent pas être dépassées pour chaque classe de matériau isolant :

APPENDIX B

MOTOR TESTS UNDER ABNORMAL CONDITIONS

B1. General requirements

Motors, other than d.c. motors in secondary circuits, shall satisfy the tests of Clauses B4 and B5 and, where applicable, Clauses B8, B9 and B10, except that the following motors are not required to satisfy the test of Clause B4:

- *motors which are used for air-handling only and where the air propelling component is directly coupled to the motor shaft, and*
- *shaded pole motors which have a difference of not more than 1 A, and a ratio of not more than 2/1, between locked-rotor and no-load currents.*

D.C. motors in secondary circuits shall satisfy the tests of Clauses B6, B7 and B10 except that motors which by their intrinsic operation normally operate under locked-rotor conditions, such as stepper motors, shall not be tested.

B2. Test conditions

Unless otherwise specified in this appendix, during the test the equipment shall be operated at rated voltage, or at the highest voltage of the rated voltage range.

The tests shall be carried out either in the equipment or under simulated conditions on the bench. Separate samples may be used for bench tests. Simulated conditions shall include:

- *any protection devices which would protect the motor in the complete equipment, and*
- *use of any mounting means which may serve as a heat sink to the motor frame.*

Temperatures of windings shall be measured as specified in Sub-clause 1.4.8. Where thermocouples are used they shall be applied to the surface of the motor windings. Temperatures shall be determined at the end of the test period where specified; otherwise when the temperature has stabilized, or at the instant of operation of fuses, thermal cut-outs, motor protection devices and the like.

For totally enclosed, impedance protected motors, the temperatures shall be measured by thermocouples applied to the motor case.

When motors without inherent thermal protection are tested under simulated conditions on the bench, the measured winding temperature shall be adjusted to take into account the ambient temperature in which the motor is normally located within the equipment as measured during the tests of Sub-clause 5.1.

B3. Maximum temperatures

For the tests in Clauses B5, B7, B8 and B9 the temperature limits, as specified in Table B1, shall not be exceeded for each class of insulating material.

TABLEAU BI

*Limites des températures admissibles pour les enroulements de moteurs
(à l'exception de l'essai de surcharge)*

Température maximale °C					
	Classe A	Classe E	Classe B	Classe F	Classe H
Protection par impédance propre ou externe	150	165	175	190	210
Protection par un dispositif de protection qui fonctionne durant la première heure	200	215	225	240	260
Protection par tout dispositif de protection :					
— maximum après la première heure	175	190	200	215	235
— moyenne arithmétique pendant la 2 ^e heure et pendant la 72 ^e heure	150	165	175	190	210

La moyenne arithmétique de la température doit être déterminée comme suit :

Le graphique de la température en fonction du temps, alors que l'alimentation du moteur est ouverte et fermée, doit être tracé pour la période d'essai étudiée. La moyenne arithmétique de la température (t_A) doit être déterminée par la formule :

$$t_A = \frac{t_{\max} + t_{\min}}{2}$$

dans laquelle

$t_{\max}$ est la moyenne des maxima

$t_{\min}$ est la moyenne des minima



328/86

Pour les essais des articles B4 et B6, les limites de températures, telles qu'elles sont spécifiées dans le tableau BII, ne doivent pas être dépassées pour chaque classe de matériau isolant.

TABLEAU BII

Limites des températures admissibles pour les essais en surcharge

Température maximale °C				
Classe A	Classe E	Classe B	Classe F	Classe H
140	155	165	180	200

TABLE BI

*Permissible temperature limits for motor windings
(except for running overload test)*

Maximum temperature °C					
	Class A	Class E	Class B	Class F	Class H
Protection by inherent or external impedance	150	165	175	190	210
Protection by protective device which operates during the first hour	200	215	225	240	260
Protection by any protective device :					
— maximum after first hour	175	190	200	215	235
— arithmetic average during the 2nd hour and during the 72nd hour	150	165	175	190	210

Arithmetic average temperature shall be determined as follows :

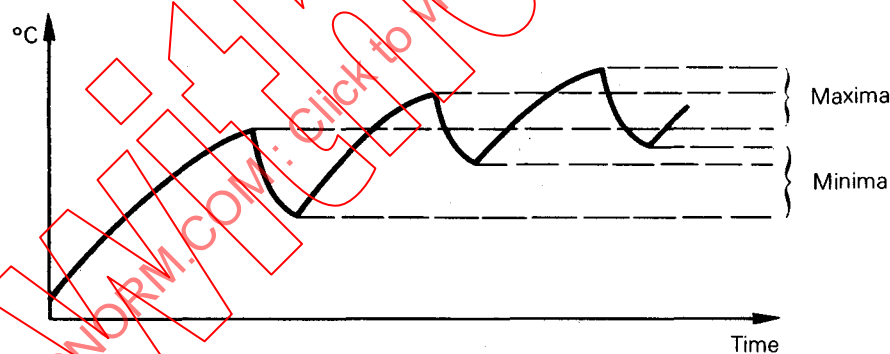
The graph of temperature against time, while the power to the motor is cycling on and off, shall be plotted for the period of test under consideration. The arithmetic average temperature (t_A) shall be determined by the formula :

$$t_A = \frac{t_{\max} + t_{\min}}{2}$$

where :

$t_{\max}$ is the average of the maxima

$t_{\min}$ is the average of the minima



328/86

For the tests in Clauses B4 and B6 the temperature limits, as specified in Table BII, shall not be exceeded for each class of insulating material.

TABLE BII

Permissible temperature limits for running overload tests

Maximum temperature °C				
Class A	Class E	Class B	Class F	Class H
140	155	165	180	200

B4. Essai de surcharge

Un essai de la protection contre le fonctionnement en surcharge doit être effectué en faisant fonctionner le moteur sous la charge normale. La charge doit ensuite être augmentée de telle façon que le courant croisse graduellement par échelons appropriés, la tension d'alimentation du moteur étant maintenue à sa valeur initiale. Après obtention de l'état d'équilibre, la charge est à nouveau augmentée. La charge est ainsi augmentée progressivement par échelons appropriés, mais sans atteindre les conditions de rotor calé (voir article B5), jusqu'à ce que le dispositif de protection contre le fonctionnement en surcharge fonctionne.

Les températures des enroulements du moteur doivent être déterminées pendant chaque période d'équilibre et la température maximale relevée ne doit pas dépasser les valeurs spécifiées dans le tableau BII.

B5. Essai de surcharge à rotor calé

Un essai à rotor calé doit être effectué avec démarrage à la température ambiante de la salle.

La durée de l'essai doit être la suivante :

- *un moteur protégé par une impédance propre ou externe doit être mis en fonctionnement à rotor calé pendant 15 jours avec l'exception que l'essai peut être arrêté lorsque les enroulements du moteur, soit du type ouvert soit totalement fermé, atteignent une température constante, pourvu que la température constante ne soit pas supérieure à la température spécifiée au paragraphe 5.1 pour le système d'isolation utilisé ;*
- *un moteur muni d'un dispositif de protection à réenclenchement automatique doit être mis en fonctionnement cyclique, à rotor calé, pendant 18 jours ;*
- *un moteur muni d'un dispositif de protection à réenclenchement manuel doit être mis en fonctionnement cyclique, à rotor calé, pendant 60 cycles, le dispositif de protection étant réenclenché après chacun de ses fonctionnements aussi rapidement que possible pour qu'il se maintienne fermé mais pas avant 30 s ;*
- *un moteur muni d'un dispositif de protection non réenclenchable doit être mis en fonctionnement jusqu'à ce que le dispositif fonctionne.*

Les températures sont relevées à intervalles réguliers pendant les trois premiers jours pour les moteurs protégés par une impédance propre ou externe ou munis d'un dispositif de protection à réenclenchement automatique, ou pendant les dix premiers cycles pour les moteurs munis d'un dispositif de protection à réenclenchement manuel, ou pendant le temps de fonctionnement des dispositifs de protection non réenclenchables.

Les températures ne doivent pas dépasser les valeurs spécifiées au tableau BI.

Pendant l'essai, les dispositifs de protection doivent fonctionner de façon sûre sans défaut d'isolation avec la carcasse du moteur ou sans provoquer des dommages durables sur le moteur, y compris une détérioration excessive de l'isolation.

Des dommages durables sur le moteur comprennent :

- *les émissions de fumées denses ou prolongées ou l'inflammation ;*
- *l'altération électrique ou mécanique de toute partie d'élément constituant associé tel que condensateur ou relais de démarrage ;*
- *l'écaillage, la friabilité ou la carbonisation de l'isolation.*

Une décoloration de l'isolation est autorisée mais la carbonisation ou la friabilité à un point tel que l'isolation s'écaille ou que le matériau s'enlève lorsque l'enroulement est frotté avec le pouce n'est pas acceptable.

B4. Running overload test

A running overload protection test shall be carried out by operating the motor under normal load. The load shall then be increased so that the current is increased in appropriate gradual steps, the motor supply voltage being maintained at its original value. When steady conditions are established, the load is again increased. The load is thus progressively increased in appropriate steps but without reaching locked-rotor condition (see Clause B5) until the overload protection device operates.

The motor winding temperatures shall be determined during each steady period and the maximum temperature recorded shall not exceed the values specified in Table BII.

B5. Locked-rotor overload test

A locked-rotor test shall be carried out starting at room ambient temperature.

The duration of the test shall be as follows :

- a motor protected by inherent or external impedance shall be operated on locked-rotor for 15 days except that testing may be discontinued when the windings of the motor, of either the open or totally enclosed type, reach a constant temperature, provided that the constant temperature is not more than that specified in Sub-clause 5.1 for the insulation system used ;*
- a motor with an automatic reset protection device shall be cycled on locked-rotor for 18 days ;*
- a motor with a manual reset protection device shall be cycled on locked-rotor for 60 cycles, the protection device being reset after each operation as soon as possible for it to remain closed, but after not less than 30 s ;*
- a motor with a non-resettable protection device shall be operated until the device operates.*

Temperatures shall be recorded at regular intervals during the first three days for a motor with inherent or external impedance protection or with an automatic reset protection device, or during the first ten cycles for a motor with a manual reset protection device, or at the time of operation of a non-resettable protection device.

The temperatures shall not exceed the values specified in Table BI.

During the test, protection devices shall operate reliably without insulation fault to the motor frame or permanent damage to the motor, including excessive deterioration of the insulation.

Permanent damage to the motor includes :

- severe or prolonged smoking or flaming ;*
- electrical or mechanical breakdown of any associated component part such as a capacitor or starting relay ;*
- flaking, embrittlement or charring of insulation.*

Discolouration of the insulation is permitted but charring or embrittlement to the extent that insulation flakes off or material is removed when the winding is rubbed with the thumb is not acceptable.

Après la période spécifiée pour la mesure de la température et après refroidissement du moteur à la température de la salle, le moteur doit satisfaire à l'essai de rigidité diélectrique du paragraphe 5.3.2 mais sans conditionnement préalable de l'environnement et avec les tensions d'essai réduites à 0,6 fois les valeurs spécifiées. Il n'est pas exigé d'autre essai de rigidité diélectrique.

La poursuite de l'essai d'un dispositif de protection à réenclenchement automatique au-delà de 72 h, et d'un dispositif de protection à réenclenchement manuel au-delà de 10 cycles a pour but de démontrer que le dispositif est capable de couper et d'établir le courant à rotor calé pendant une longue durée.

B6. Essai de surcharge pour les moteurs à courant continu dans les circuits secondaires

L'essai de fonctionnement en surcharge ne doit être effectué que si le risque de surcharge est déterminé par examen ou par l'étude de la conception.

Un exemple de conception pour laquelle il n'est pas nécessaire d'effectuer l'essai est celui dans lequel un circuit piloté par électronique maintient un courant pratiquement constant.

L'essai doit être effectué en faisant fonctionner le moteur, sous la charge normale, sous sa tension de service. La charge est ensuite augmentée de telle façon que le courant croisse graduellement par échelons appropriés, la tension d'alimentation du moteur étant maintenue à sa valeur initiale. Après obtention de l'état d'équilibre, la charge est à nouveau augmentée. La charge est ainsi augmentée progressivement par échelons appropriés jusqu'à ce que le dispositif de protection contre le fonctionnement en surcharge fonctionne, ou jusqu'à ce que l'enroulement devienne un circuit ouvert.

Les températures des enroulements du moteur doivent être déterminées pendant chaque période d'équilibre et la température maximale relevée ne doit pas dépasser les valeurs spécifiées dans le tableau BII, sauf que lorsqu'il s'avère difficile d'obtenir des mesures de températures précises du fait de la petite taille ou de la conception non conventionnelle du moteur, l'essai suivant peut être utilisé à la place de la mesure de la température.

Pendant l'essai de surcharge, le moteur est couvert par une seule épaisseur d'un tissu de coton blanchi d'environ 40 g/m². Pendant l'essai ou à la fin de celui-ci, il ne doit pas y avoir inflammation du tissu.

La conformité à l'une ou l'autre méthode est acceptable ; il n'est pas nécessaire de satisfaire aux deux méthodes.

B7. Essai de surcharge à rotor calé pour les moteurs à courant continu dans les circuits secondaires

B7.1 *Les moteurs doivent satisfaire à l'essai du paragraphe B7.2 sauf que lorsqu'il s'avère difficile d'obtenir des mesures de températures précises du fait de la petite taille ou de la conception non conventionnelle du moteur, la méthode du paragraphe B7.3 peut être utilisée. La conformité à l'une ou l'autre méthode est acceptable. Il n'est pas nécessaire de satisfaire aux deux méthodes.*

A la suite de l'essai des paragraphes B7.2 ou B7.3, suivant celui qui est applicable, si la tension de service du moteur dépasse 42,4 V valeur de crête, ou courant continu et après refroidissement du moteur à la température de la salle, le moteur doit satisfaire à l'essai de rigidité diélectrique du paragraphe 5.3.2 mais sans conditionnement préalable de l'environnement et avec les tensions d'essai réduites à 0,6 fois les valeurs spécifiées.

B7.2 *Le moteur doit être mis en fonctionnement sous la tension de service et avec le rotor calé pendant 7 h ou jusqu'à obtention de l'état de régime, suivant la durée la plus longue. Les températures ne doivent pas dépasser les valeurs spécifiées dans le tableau BI.*