

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC
989**

Première édition
First edition
1991-02

**Transformateurs d'isolement à enroulements
séparés, autotransformateurs, transformateurs
variables et bobines d'inductance**

**Separating transformers, autotransformers,
variable transformers and reactors**



**Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 989: 1991**

Validité de la présente publication

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

Des renseignements relatifs à la date de reconfirmation de la publication sont disponibles auprès du Bureau Central de la CEI.

Les renseignements relatifs à ces révisions, à l'établissement des éditions révisées et aux amendements peuvent être obtenus auprès des Comités nationaux de la CEI et dans les documents ci-dessous:

- **Bulletin de la CEI**
- **Annuaire de la CEI**
Publié annuellement
- **Catalogue des publications de la CEI**
Publié annuellement et mis à jour régulièrement

Terminologie

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la CEI 50: *Vocabulaire Electrotechnique International* (VEI), qui se présente sous forme de chapitres séparés traitant chacun d'un sujet défini. Des détails complets sur le VEI peuvent être obtenus sur demande. Voir également le dictionnaire multilingue de la CEI.

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

Symboles graphiques et littéraux

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

- la CEI 27: *Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique*;
- la CEI 417: *Symboles graphiques utilisables sur le matériel. Index, relevé et compilation des feuilles individuelles*;
- la CEI 617: *Symboles graphiques pour schémas*;

et pour les appareils électromédicaux,

- la CEI 878: *Symboles graphiques pour équipements électriques en pratique médicale*.

Les symboles et signes contenus dans la présente publication ont été soit tirés de la CEI 27, de la CEI 417, de la CEI 617 et/ou de la CEI 878, soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

Publications de la CEI établies par le même comité d'études

L'attention du lecteur est attirée sur les listes figurant à la fin de cette publication, qui énumèrent les publications de la CEI préparées par le comité d'études qui a établi la présente publication.

Validity of this publication

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC, thus ensuring that the content reflects current technology.

Information relating to the date of the reconfirmation of the publication is available from the IEC Central Office.

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

- **IEC Bulletin**
- **IEC Yearbook**
Published yearly
- **Catalogue of IEC publications**
Published yearly with regular updates

Terminology

For general terminology, readers are referred to IEC 50: *International Electrotechnical Vocabulary (IEV)*, which is issued in the form of separate chapters each dealing with a specific field. Full details of the IEV will be supplied on request. See also the IEC Multilingual Dictionary.

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

Graphical and letter symbols

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

- IEC 27: *Letter symbols to be used in electrical technology*;
- IEC 417: *Graphical symbols for use on equipment. Index, survey and compilation of the single sheets*;
- IEC 617: *Graphical symbols for diagrams*;

and for medical electrical equipment,

- IEC 878: *Graphical symbols for electromedical equipment in medical practice*.

The symbols and signs contained in the present publication have either been taken from IEC 27, IEC 417, IEC 617 and/or IEC 878, or have been specifically approved for the purpose of this publication.

IEC publications prepared by the same technical committee

The attention of readers is drawn to the end pages of this publication which list the IEC publications issued by the technical committee which has prepared the present publication.

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC
989**

Première édition
First edition
1991-02

**Transformateurs d'isolement à enroulements
séparés, autotransformateurs, transformateurs
variables et bobines d'inductance**

**Separating transformers, autotransformers,
variable transformers and reactors**

© CEI 1991 Droits de reproduction réservés — Copyright — all rights reserved

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

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

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale 3, rue de Varembe Genève, Suisse



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX XE
PRICE CODE

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

SOMMAIRE

	Pages
PREAMBULE	8
PREFACE	8
PLAN D'ENSEMBLE DE LA NORME	12

CHAPITRE I: REGLES COMMUNES

Articles

1. Domaine d'application et objet	14
2. Définitions	16
3. Prescriptions générales	30
4. Généralités sur les essais	32
5. Caractéristiques assignées	36
6. Classification	36
7. Marques et indications	38
8. Protection contre les chocs électriques	48
9. Changement de la tension primaire d'alimentation	56
10. Tension secondaire et courant secondaire en charge	58
11. Tension secondaire à vide	60
12. Tension de court-circuit	60
13. Echauffements	60
14. Protection contre les courts-circuits et les surcharges	72
15. Résistance mécanique	80
16. Protection contre les effets nuisibles dus à la pénétration de l'eau et à l'humidité	82
17. Résistance d'isolement et rigidité diélectrique	84
18. Construction	90
19. Eléments constitutifs	98
20. Conducteurs internes	102
21. Raccordement à l'alimentation et câbles souples externes	102
22. Bornes pour conducteurs externes	116
23. Dispositions en vue de la mise à la terre	132
24. Vis et connexions	134
25. Lignes de fuite et distances d'isolement	142
26. Résistance à la chaleur, à la chaleur anormale, au feu et aux courants de cheminement	152
27. Protection contre la rouille	164
ANNEXE I-A - Essais individuels en cours de fabrication	166
ANNEXE I-B - Disponible	170
ANNEXE I-C - Exemples de points d'application des tensions d'essai	172
ANNEXE I-D - Mesures des distances d'isolement et des lignes de fuite	174
ANNEXE I-E - Exemples des points de mesure des lignes de fuite et des distances d'isolement	180

CONTENTS

	Page
FOREWORD	9
PREFACE	9
GENERAL PLAN OF THE STANDARD	13

CHAPTER I: GENERAL REQUIREMENTS

Clause

1. Scope and object	15
2. Definitions	17
3. General requirements	31
4. General notes on tests	33
5. Rating	37
6. Classification	37
7. Marking	39
8. Protection against electric shock	49
9. Change of input voltage setting	57
10. Output voltage and output current under load	59
11. No-load output voltage	61
12. Short-circuit voltage	61
13. Heating	61
14. Short-circuit and overload protection	72
15. Mechanical strength	81
16. Protection against harmful ingress of water and moisture	83
17. Insulation resistance and electric strength	85
18. Construction	91
19. Components	99
20. Internal wiring	103
21. Supply connection and external flexible cables and cords	103
22. Terminals for external conductors	117
23. Provision for protective earthing	133
24. Screws and connections	135
25. Creepage distances and clearances	143
26. Resistance to heat, abnormal heat, fire and tracking	153
27. Resistance to rusting	165
APPENDIX I-A - Production tests	167
APPENDIX I-B - Void	171
APPENDIX I-C - Examples of points of application of test voltages	172
APPENDIX I-D - Measurement of creepage distances and clearances	174
APPENDIX I-E - Examples of points of measurement of creepage distances and clearances	180

CHAPITRE II: REGLES COMPLEMENTAIRES CONCERNANT LES TRANSFORMATEURS A ENROULEMENTS SEPARES SPECIAUX

SECTION UN - TRANSFORMATEURS DE COMMANDE

1. Domaine d'application et objet.....	182
2. Définitions	182
7. Marques et indications	182
9. Changement de la tension primaire d'alimentation	182
10. Tension secondaire et courant secondaire en charge	184
11. Tension secondaire à vide	184
13. Echauffements	184
17. Résistance d'isolement et rigidité diélectrique	184
25. Lignes de fuite et distances dans l'air	186

SECTION DEUX - TRANSFORMATEURS D'ALLUMAGE POUR BRULEURS A GAZ ET A COMBUSTIBLES LIQUIDES

1. Domaine d'application et objet.....	186
2. Définitions	186
4. Généralités sur les essais	186
5. Caractéristiques assignées	188
6. Classification	188
7. Marques et indications	188
8. Protection contre les chocs électriques.....	188
10. Tension secondaire et courant secondaire en charge	188
11. Tension secondaire à vide	190
13. Echauffements	192
14. Protection contre les courts-circuits et les surcharges	192
16. Protection contre les effets nuisibles dus à la pénétration de l'eau et à l'humidité	194
17. Résistance d'isolement et rigidité diélectrique	194
18. Construction	194
25. Lignes de fuite et distances dans l'air	196

ANNEXE II-A - Disponible	
ANNEXE II-B - Mesurage du courant de fuite pour les transfor- mateurs d'allumage pour brûleurs à gaz et à combustibles liquides	198

SECTION TROIS - TRANSFORMATEURS A HAUT NIVEAU D'ISOLEMENT ET TRANSFORMATEURS D'ISOLEMENT A ENROULEMENTS SEPARES AVEC UNE TENSION LOCALE SUPERIEURE A 1 000 V

1. Domaine d'application et objet	202
2. Définitions	202
7. Marques et indications	202
10. Tension secondaire et courant secondaire en charge	204
11. Tension secondaire à vide	204
17. Résistance d'isolement et rigidité diélectrique	204
25. Lignes de fuite et distances dans l'air	204

CHAPTER II: PARTICULAR REQUIREMENTS FOR SPECIAL SEPARATING TRANSFORMERS

SECTION ONE - CONTROL TRANSFORMERS

1. Scope and object	183
2. Definitions	183
7. Marking	183
9. Change of input voltage setting	183
10. Output voltage and output current under load	185
11. No-load output voltage	185
13. Heating	185
17. Insulation resistance and electric strength	185
25. Creepage distances and clearances	187

SECTION TWO - IGNITION TRANSFORMERS FOR GAS AND OIL BURNERS

1. Scope and object	187
2. Definitions	187
4. General notes on tests	187
5. Rating	189
6. Classification	189
7. Marking	189
8. Protection against electric shock	189
10. Output voltage and output current under load	189
11. No-load output voltage	191
13. Heating	193
14. Short-circuit and overload protection	193
16. Protection against harmful ingress of water and moisture	195
17. Insulation resistance and electric strength	195
18. Construction	195
25. Creepage distances and clearances	197
APPENDIX II-A - Void	
APPENDIX II-B - Measurement of leakage current for ignition transformers for gas and oil burners	199

SECTION THREE - HIGH INSULATION LEVEL TRANSFORMERS AND SEPARATING TRANSFORMERS WITH WORKING VOLTAGE ABOVE 1 000 V

1. Scope and object	203
2. Definitions	203
7. Marking	203
10. Output voltage and output current under load	205
11. No-load output voltage	205
17. Insulation resistance and electric strength	205
25. Creepage distances and clearances	205

Articles

Pages

SECTION QUATRE - TRANSFORMATEURS A FUITES

A l'étude	212
-----------------	-----

SECTION CINQ - TRANSFORMATEURS STABILISATEURS
(DE COURANT ET DE TENSION)

A l'étude	212
-----------------	-----

CHAPITRE III: REGLES PARTICULIERES
COMPLEMENTAIRES POUR LES AUTOTRANSFORMATEURS

1. Domaine d'application et objet	212
2. Définitions	212
5. Caractéristiques assignées	212
7. Marques et indications	212
8. Protection contre les chocs électriques	214
10. Tension secondaire et courant secondaire en charge	214
17. Résistance d'isolement et rigidité diélectrique	214
25. Lignes de fuite et distances dans l'air	214
26. Résistance à la chaleur, à la chaleur anormale au feu et aux courants de cheminement	214
ANNEXE III-A - Essais individuels en cours de fabrication	216

CHAPITRE IV: REGLES PARTICULIERES
COMPLEMENTAIRES POUR
LES TRANSFORMATEURS VARIABLES

1. Domaine d'application et objet	218
2. Définitions	218
6. Classification	220
7. Marques et indications	220
8. Protection contre les chocs électriques	222
10. Tension secondaire et courant secondaire en charge	222
11. Tension secondaire à vide	224
13. Echauffements	224
15. Résistance mécanique	224
18. Construction	226
21. Raccordement à l'alimentation et câbles souples extérieurs	226
25. Lignes de fuite et distances dans l'air	226
ANNEXE IV-A - Essais en cours de fabrication	228

CHAPITRE V: REGLES PARTICULIERES
COMPLEMENTAIRES POUR LES BOBINES D'INDUCTANCE
A l'étude

FIGURES	232
---------------	-----

Clause	Page
SECTION FOUR - STRAY FIELD TRANSFORMERS	
Under consideration	213
SECTION FIVE - STABILIZING TRANSFORMERS (CURRENT AND VOLTAGE TYPES)	
Under consideration	213
CHAPTER III: PARTICULAR REQUIREMENTS FOR AUTOTRANSFORMERS	
1. Scope and object	213
2. Definitions	213
5. Rating	213
7. Marking	213
8. Protection against electric shock	215
10. Output voltage and output current under load	215
17. Insulation resistance and electrical strength	215
25. Creepage and clearance distances	215
26. Resistance to heat, abnormal heat, fire and tracking	215
APPENDIX III-A - Production tests	217
CHAPTER IV: SUPPLEMENTARY SPECIFICATIONS FOR VARIABLE TRANSFORMERS	
1. Scope and object	219
2. Definitions	219
6. Classification	221
7. Marking	221
8. Protection against electric shock	223
10. Output voltage and output current under load	223
11. No-load output voltage	225
13. Heating	225
15. Mechanical strength	225
18. Construction	227
21. Supply connection and external flexible cables and cords	227
25. Creepage distances and clearances	227
APPENDIX IV-A - Tests during production	229
CHAPTER V: SUPPLEMENTARY PARTICULAR REQUIREMENTS FOR REACTORS	
Under consideration	
FIGURES	233

COMMISSION ELECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

TRANSFORMATEURS D'ISOLEMENT A ENROULEMENTS SEPARÉS,
AUTOTRANSFORMATEURS, TRANSFORMATEURS VARIABLES
ET BOBINES D'INDUCTANCE

PREAMBULE

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

PREFACE

La présente norme a été établie par le Sous-Comité 14D: Petits transformateurs et bobines d'inductance de puissance, transformateurs et bobines d'inductance spéciaux, du Comité d'Etudes n° 14 de la CEI: Transformateurs de puissance.

Cette norme constitue la première édition de la Publication 989 de la CEI.

Le texte de cette publication est issu des documents suivants:

Règle des Six Mois	Rapport de vote	Procédure des Deux Mois	Rapport de vote
14D(BC)29	14D(BC)30	14D(BC)31	14D(BC)32

Les rapports de vote indiqués dans le tableau ci-dessus donnent toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cette norme.

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.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

SEPARATING TRANSFORMERS, AUTOTRANSFORMERS,
VARIABLE TRANSFORMERS AND REACTORS

FOREWORD

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

PREFACE

This standard has been prepared by Sub-Committee 14D: Small power transformers and reactors and special transformers and reactors, of IEC Technical Committee No. 14: Power transformers.

It forms the first edition of IEC Publication 989.

The text of this publication is based upon the following documents:

Six Months' Rule	Report on Voting	Two Months' Procedure	Report on Voting
14D(C0)29	14D(C0)30	14D(C0)31	14D(C0)32

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

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.

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

Publications n^{os} 50: Vocabulaire Electrotechnique International.

- 51: Appareils mesureurs électriques indicateurs analogiques à action directe et leurs accessoires.
- 68-2-2 (1974): Essais d'environnement, Deuxième partie: Essais, Essais B: Chaleur sèche.
- 76-4 (1976): Transformateurs de puissance, Quatrième partie: Prises et connexions.
- 83 (1975): Prises de courant pour usage domestique et usage général similaire. Normes.
- 85 (1984): Evaluation et classification thermiques de l'isolation électrique.
- 127 (1974): Cartouches pour coupe-circuit miniatures.
- 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.
- 269-2 (1986): Fusibles basse tension, Deuxième partie: Règles supplémentaires pour les fusibles destinés à être utilisés par des personnes habilitées (fusibles pour usages essentiellement industriels).
- 269-3 (1987): Troisième partie: Règles supplémentaires pour les fusibles destinés à être utilisés par les personnes non qualifiées (fusibles pour usages surtout domestiques et analogues).
- 364-5-51 (1979): Installations électriques des bâtiments, Cinquième partie: Choix et mise en oeuvre des matériels électriques, Chapitre 51: Règles communes.
- 529 (1976): Classification des degrés de protection procurés par les enveloppes.
- 742 (1983): Transformateurs de séparation des circuits et transformateurs de sécurité - Règles.

IECNORM.COM

The following IEC publications are quoted in this standard:

- Publications Nos. 50: International Electrotechnical Vocabulary.
- 51: Direct acting indicating analogue electrical measuring instruments and their accessories.
- 68-2-2 (1974): Environmental testing, Part 2: Tests, Test B: Dry heat.
- 76-4 (1976): Power transformers, Part 4: Tappings and connections.
- 83 (1975): Plugs and socket-outlets for domestic and similar general use. Standards.
- 85 (1984): Thermal evaluation and classification of electrical insulation.
- 127 (1974): Cartridge fuse-links for miniature fuses.
- 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.
- 269-2 (1986): Low-voltage fuses, Part 2: Supplementary requirements for fuses for use by authorized persons (fuses mainly for industrial application).
- 269-3 (1987): Part 3: Supplementary requirements for fuses for use by unskilled persons (fuses mainly for household and similar applications).
- 364-5-51 (1979): Electrical installations of buildings, Part 5: Selection and erection of electrical equipment, Chapter 51: Common rules.
- 529 (1976): Classification of degrees of protection provided by enclosures.
- 742 (1983): Isolating transformers and safety isolating transformers - Requirements.
-

PLAN D'ENSEMBLE DE LA NORME

La présente norme se compose de plusieurs chapitres:

- le chapitre I constitue l'ensemble des règles communes à tous les transformateurs à enroulements séparés, autotransformateurs, transformateurs variables, bobines d'inductance ainsi que les transformateurs à enroulements séparés spéciaux quel que soit leur emploi. Pour les transformateurs à enroulements séparés pour usage général le chapitre I s'applique sans aucune prescriptions particulières;
- le chapitre II donne les règles particulières pour les transformateurs à enroulements séparés spéciaux. Il se subdivise lui-même en sections applicables aux différents types de ce matériel:
 - section un: Transformateurs de commande;
 - section deux: Transformateurs d'allumage pour brûleurs à gaz et combustibles liquides;
 - section trois: Transformateurs à haut niveau d'isolement et transformateurs d'isolement à enroulements séparés avec une tension de service supérieure à 1 000 V;
 - section quatre: Transformateurs à fuites;
 - section cinq: Transformateurs stabilisateurs;
- le chapitre III donne les règles particulières pour les autotransformateurs;
- le chapitre IV donne les règles particulières pour les transformateurs variables;
- le chapitre V donne les règles particulières pour les petites bobines d'inductance.

Le chapitre I et l'un des chapitres ou sections qui le suivent forment un tout, sans rapport avec tout autre chapitre ou section. Toutefois pour les transformateurs à enroulements séparés pour usage général le chapitre I s'applique seul.

Les articles et paragraphes des chapitres ou sections ci-après modifient ("modification"), remplacent ("remplacement") ou complètent (complément") les articles et paragraphes correspondants du chapitre I, ou introduisent des paragraphes nouveaux ("paragraphe complémentaire").

Tous les autres articles et paragraphes du chapitre I sont applicables.

Dans chaque chapitre ou section en partant du chapitre II:

- les paragraphes complémentaires sont numérotés à partir de 101;
- les annexes sont numérotées selon le chapitre, la section et l'ordre chronologique (par exemple: Annexe II-2-C).

GENERAL PLAN OF THE STANDARD

The following standard has several chapters:

- Chapter I gives general requirements for all separating transformers, autotransformers, variable transformers, small reactors and special separating transformers and reactors, whatever their use. For separating transformers for general use chapter I applies without any particular requirements;
- Chapter II gives particular requirements applicable to special separating transformers. It is divided into sections applicable to various kinds of appliances:
 - Section One: Control transformers
 - Section Two: Ignition transformers for gas and oil burners
 - Section Three: High insulation level transformers and separating transformers with working voltage above 1 000 V
 - Section Four: Stray field transformers
 - Section Five: Stabilizing transformers
- Chapter III gives particular requirements applicable to autotransformers.
- Chapter IV gives particular requirements applicable to variable transformers.
- Chapter V gives particular requirements applicable to small reactors.

Chapter I and one of the which follow it chapters or sections form a whole, independent of any other chapter or section. However, for separating transformers for general use chapter I applies alone.

Clauses and sub-clauses of the following chapters or sections modify ("modification"), replace ("replacement") or supplement ("addition") the corresponding clauses and sub-clauses of Chapter I or introduce new sub-clauses ("additional sub-clause").

All other clauses and sub-clauses of Chapter I apply.

In the individual chapters and sections starting with Chapter II:

- additional sub-clauses are numbered from 101;
- appendices are numbered according to the chapter or section number and in chronological order (e.g. Appendix II-2-C).

TRANSFORMATEURS D'ISOLEMENT A ENROULEMENTS SEPARÉS, AUTOTRANSFORMATEURS, TRANSFORMATEURS VARIABLES ET BOBINES D'INDUCTANCE

CHAPITRE I: REGLES COMMUNES

1. Domaine d'application et objet

1.1 *Domaine d'application*

La présente norme est applicable aux transformateurs à enroulements séparés, autotransformateurs, transformateurs variables et bobines d'inductance, associés ou non, à refroidissement par air, fixes ou mobiles, monophasés ou polyphasés, de tension primaire assignée ne dépassant pas 1 000 V en courant alternatif, de fréquence assignée ne dépassant pas 500 Hz, de tension secondaire à vide ou en charge ne dépassant pas 15 kV en courant alternatif ou continu et de puissance assignée ne dépassant pas:

- pour les transformateurs monophasés: 1 kVA
- pour les bobines d'inductance monophasées: 2 kVAR
- pour les transformateurs polyphasés: 5 kVA
- pour les bobines d'inductance polyphasées: 10 kVAR

sauf spécification contraire dans les chapitres dont relèvent les transformateurs.

Cette norme est applicable aux transformateurs où la double isolation ou l'isolation renforcée n'est pas exigée entre les circuits par les règles d'installation ou la spécification de l'équipement.

L'évolution technologique des transformateurs pourrait nécessiter d'augmenter la limite supérieure de la fréquence assignée.

Cette norme est également applicable aux transformateurs associés à des parties spécifiques d'équipement, dans la limite indiquée par les Comités d'Etudes de la CEI dont relèvent ces équipements.

Normalement, les transformateurs sont destinés à être associés à un équipement pour fournir des tensions différentes de la tension d'alimentation utilisée pour la spécification fonctionnelle de l'équipement. L'isolation de sécurité est obtenue (ou complétée) par d'autres particularités de l'équipement, telle la masse. Des parties du circuit secondaire peuvent être connectées au circuit primaire ou à un conducteur de protection.

La présente norme est applicable aux transformateurs secs ou enrobés.

Pour les transformateurs à remplissage par diélectrique liquide ou par des matières pulvérulentes telles que le sable, les règles sont à l'étude.

SEPARATING TRANSFORMERS, AUTOTRANSFORMERS, VARIABLE TRANSFORMERS AND REACTORS

CHAPTER I: GENERAL REQUIREMENTS

1. Scope and object

1.1 Scope

This standard is applicable to stationary or portable, single-phase or polyphase, air-cooled separating transformers, autotransformers, variable transformers and small reactors, associated or not, having a rated supply voltage not exceeding 1 000 V a.c., a rated frequency not exceeding 500 Hz, a rated no-load or load output voltage not exceeding 15 kV a.c. or d.c. and a rated output not exceeding:

- single-phase transformers: 1 kVA
- single-phase reactors: 2 kVAR
- polyphase transformers: 5 kVA
- polyphase reactors: 10 kVAR

unless otherwise specified in the relevant chapters.

This standard is applicable to transformers where double or reinforced insulation between circuits is not required by the installation rules or by the appliance specification.

The technological development of transformers might imply a need to increase the higher limit of the rated frequency.

This standard is also applicable to transformers associated with specific items of equipment, to the extent decided upon by the relevant IEC Technical Committees.

Normally, the transformers are intended to be associated with equipment to provide voltages different from the supply voltage for the functional requirement of the equipment. The safety insulation may be provided (or completed) by other features of the equipment, such as the body. Parts of output circuits may be connected to the input circuit or to protective earth.

This standard is applicable to dry type or encapsulated transformers.

For transformers filled with liquid dielectric or pulverized material, such as sand, requirements are under consideration.

Des règles spéciales peuvent être exigées pour l'emploi dans des emplacements présentant des conditions particulières d'environnement définies dans la Publication 364-5-51 de la CEI.

Cette norme n'est pas applicable aux transformateurs où la double isolation ou l'isolation renforcée entre les circuits est exigée par les règles d'installation ou par les prescriptions pour l'équipement ou pour les transformateurs couverts par la Publication 742 de la CEI.

1.2 *Objet*

L'objet principal de la présente norme est l'établissement des règles de sécurité auxquelles doivent répondre les transformateurs et bobines d'inductance qui font l'objet de la présente norme.

2. Définitions

Pour les définitions de termes généraux utilisés dans la présente norme, le lecteur est invité à se reporter au Vocabulaire Electrotechnique International de la CEI.

- 2.1 Lorsque les termes tension et courant sont employés, ils impliquent, pour des tensions et courants alternatifs, sauf spécification contraire, les valeurs efficaces; pour les tensions et courants continus ils impliquent la valeur moyenne arithmétique, à moins qu'il n'en soit spécifié autrement.
- 2.2 *Un transformateur* est une partie statique d'un appareil qui, par induction électro-magnétique, transforme une tension et un courant alternatif entre deux ou plusieurs enroulements à la même fréquence et généralement à une valeur différente de tension et de courant.
- 2.3 *Un transformateur à enroulements séparés* est un transformateur avec un ou plusieurs enroulement(s) primaire(s) séparé(s) du ou des enroulement(s) secondaire(s) par au moins une isolation principale.
- 2.4 Disponible.
- 2.5 *Un transformateur pour pose encastrée* est un transformateur destiné à être monté dans une boîte d'encastrement.
- 2.6 *Un transformateur associé* est un transformateur destiné à l'alimentation d'appareil(s) ou équipement(s) spécifique(s) et soit faisant corps avec lesdits appareils ou équipements spécifiques, soit spécialement conçu pour être utilisé seulement avec lesdits appareils ou équipements spécifiques.

Ces types de transformateurs peuvent être:

- soit des transformateurs à incorporer;
- soit des transformateurs pour usage spécifique.

In locations where special environmental conditions prevail, particular requirements may be necessary in accordance with IEC Publication 364-5-51.

This standard is not applicable to transformers where double or reinforced insulation between circuits is required by the installation rules or the requirements for appliances and transformers covered by IEC Publication 742.

1.2 Object

The main object of this standard is to establish safety requirements for transformers and reactors which are the subject of this standard.

2. Definitions

For the definitions of general terms used in this standard, reference should be made to the IEC International Electrotechnical Vocabulary.

- 2.1 When the terms voltage and current are used, they imply, for alternating voltages and currents, the r.m.s. values, unless otherwise specified; for direct voltages and currents, they imply the arithmetic mean value, unless otherwise specified.
- 2.2 *Transformer* is a static piece of apparatus which, by electro-magnetic induction, transforms alternating voltage and current between two or more windings at the same frequency and usually at different values of voltage and current.
- 2.3 *Separating transformer* denotes a transformer with one or more input winding(s) separated from the output winding(s) by at least basic insulation.
- 2.4 *Void*.
- 2.5 *Flush-type transformer* is a transformer designed to be mounted in a flush-type mounting box.
- 2.6 *Associated transformer* denotes a transformer designed to supply specific appliances or equipment and either incorporated in, or specially designed to be used only with, the specific appliance(s) or equipment.

These types of transformer may be either:

- incorporated transformers, or
- transformers for specific use.

- 2.7 *Un transformateur à incorporer* est un transformateur associé, destiné à être incorporé à un appareil ou équipement spécifique.
- 2.8 *Un transformateur pour usage spécifique* est un transformateur associé, fixé ou fourni avec un appareil ou équipement spécifique.
- 2.9 *Un enroulement primaire* est un enroulement destiné à être relié au circuit d'alimentation.
- 2.10 *Un enroulement secondaire* est un enroulement qui doit être raccordé au circuit d'utilisation, à un appareil ou à un autre équipement.
- 2.11 *La tension primaire assignée* est la tension d'alimentation (dans le cas de courant polyphasé, la tension entre phases) attribuée au transformateur par le constructeur pour les conditions spécifiées de fonctionnement du transformateur.
- 2.12 *La plage de tensions primaires assignées* est la plage de tensions primaires attribuée au transformateur par le constructeur et exprimée par ses limites inférieure et supérieure.
- 2.13 *La fréquence assignée* est la fréquence attribuée au transformateur par le constructeur pour les conditions spécifiées de fonctionnement du transformateur.
- 2.14 *Le courant secondaire assigné* est le courant secondaire sous la tension primaire assignée et à la fréquence assignée, attribué au transformateur par le constructeur pour les conditions spécifiées de fonctionnement du transformateur.
- Si le courant secondaire assigné n'est pas spécifié, il peut être déduit de la puissance assignée et de la tension secondaire assignée.
- 2.15 *La tension secondaire assignée* est la tension secondaire (dans le cas de courants polyphasés, la tension entre phases) sous la tension primaire assignée, à la fréquence assignée, au courant secondaire assigné, sous un facteur de puissance assigné, attribuée au transformateur par le constructeur pour les conditions spécifiées de fonctionnement du transformateur.
- 2.16 *Le facteur de puissance assigné* est le facteur de puissance attribué par le constructeur au transformateur pour les conditions spécifiées de fonctionnement du transformateur.
- 2.17 *La puissance assignée* est le produit de la tension secondaire assignée par le courant secondaire assigné ou, pour les transformateurs polyphasés $\sqrt{n}$ fois le produit de la tension secondaire assignée par le courant secondaire assigné, n étant le nombre de phases. Si le transformateur a plus d'un enroulement secondaire ou est à prises multiples, la puissance assignée est la somme des produits de la tension secondaire assignée par le courant secondaire assigné pour les circuits qui peuvent être chargés simultanément.

- 2.7 *Incorporated transformer* denotes an associated transformer which is designed to be built into the specific appliance or equipment.
- 2.8 *Transformer for specific use* denotes an associated transformer which is supplied with, or attached to, a specific appliance or equipment.
- 2.9 *Input winding* denotes the winding intended to be connected to the supply.
- 2.10 *Output winding* denotes a winding to which the distribution circuit, appliance or other equipment is to be connected.
- 2.11 *Rated supply voltage* denotes the supply voltage (for polyphase supply, the phase to phase voltage) assigned to the transformer by the manufacturer for the specified operating condition of the transformer.
- 2.12 *Rated supply voltage range* denotes the supply voltage range assigned to the transformer by the manufacturer, expressed by its lower and upper limits.
- 2.13 *Rated frequency* denotes the frequency assigned to the transformer by the manufacturer for the specified operating condition of the transformer.
- 2.14 *Rated output current* denotes the output current at rated supply voltage and rated frequency, assigned to the transformer by the manufacturer for the specified operating condition of the transformer.
- If no rated output current is assigned to the transformer, the rated output current for the purpose of this specification can be calculated from the rated output and the rated output voltage.
- 2.15 *Rated output voltage* denotes the output voltage (for polyphase supply, the phase-to-phase voltage) at rated supply voltage, rated frequency and rated output current, at rated power factor, assigned to the transformer by the manufacturer for the specified operating condition of the transformer.
- 2.16 *Rated power factor* denotes the power factor assigned to the transformer by the manufacturer for the specified operating conditions of the transformer.
- 2.17 *Rated output* is the product of the rated output voltage and the rated output current or, for polyphase transformers $\sqrt{n}$ times the product of the rated output voltage and the rated output current, n being the number of phases. If the transformer has more than one output winding or a tapped output winding, the rated output denotes the sum of the products of rated output voltage and rated output current for such circuits that may be loaded simultaneously.

2.18 *La puissance à vide* est la puissance absorbée par le transformateur lorsqu'il est alimenté sous la tension d'alimentation assignée à la fréquence assignée, le transformateur fonctionnant à vide.

2.19 *La tension secondaire à vide* est la tension secondaire obtenue lorsque le transformateur est alimenté à la tension d'alimentation assignée, à la fréquence assignée, le transformateur fonctionnant à vide.

2.20 *La tension de court-circuit* est la tension qu'il faut appliquer à l'enroulement primaire, lorsque les enroulements sont à la température ambiante, pour que l'enroulement secondaire, mis en court-circuit, soit parcouru par un courant égal au courant secondaire assigné.

La tension de court-circuit est généralement exprimée en centièmes de la tension primaire assignée.

2.21 *Un câble d'alimentation* est un câble souple, destiné à l'alimentation de l'appareil, fixé ou monté sur le transformateur selon l'une des méthodes de fixation suivantes:

- *une fixation du type X*, qui est une méthode de fixation telle que le câble souple puisse être facilement remplacé sans l'aide d'outils spéciaux par un câble souple ne demandant pas de préparation spéciale;
- *une fixation du type M*, qui est une méthode de fixation telle que le câble souple puisse être facilement remplacé sans l'aide d'outils spéciaux par un câble souple spécial ayant, par exemple, un dispositif de protection moulé ou des extrémités serties;
- *une fixation du type Y*, qui est une méthode de fixation telle que le câble souple ne puisse être remplacé qu'à l'aide d'outils spéciaux qui sont normalement à la seule disposition du fabricant ou de ses représentants;

Une fixation du type Y peut être utilisée soit avec des câbles souples ordinaires, soit avec des câbles spéciaux.

- *une fixation du type Z*, qui est une méthode de fixation telle que le câble souple ne puisse être remplacé sans bris ou destruction d'une partie du transformateur.

2.22 *Une partie amovible* est une partie qui peut être enlevée sans l'aide d'un outil.

Une partie fixée à demeure est une partie qui ne peut être enlevée qu'avec l'aide d'un outil.

2.23 *Un outil* est un tournevis, une pièce de monnaie ou tout autre objet pouvant être employé pour manoeuvrer une vis ou un dispositif de fixation similaire.

2.24 *Une isolation principale* est l'isolation des parties actives, destinée à assurer la protection principale contre les chocs électriques.

- 2.18 *No-load input* denotes the input of the transformer when connected to rated supply voltage at rated frequency, with no load on the output.
- 2.19 *No-load output voltage* denotes the output voltage when the transformer is connected to rated supply voltage at rated frequency, with no load on the output.
- 2.20 *Short-circuit voltage* denotes the voltage to be applied to the input winding, when the windings are at room temperature, to produce in the short-circuited output winding a current equal to the rated output current.

The short-circuit voltage is usually expressed as a percentage of the rated supply voltage.

- 2.21 *Power supply cord* denotes a flexible cable or cord for supply purposes, fixed to or assembled with the transformer according to one of the following methods of attachment:

- *Type X attachment*, which denotes a method of attachment such that the flexible cable or cord can be replaced easily without the aid of special purpose tools, by a flexible cable or cord not requiring any special preparation;
- *Type M attachment*, which denotes a method of attachment such that the flexible cable or cord can be replaced easily without the aid of special purpose tools, by a special cable or cord with, for example, a moulded-on cord guard or crimped terminations;
- *Type Y attachment*, which denotes a method of attachment such that the flexible cable or cord can be replaced only with the aid of special purpose tools normally available only to the manufacturer or his agents;

Type Y attachments may be used either with common flexible cables or cords, or with special cables or cords.

- *Type Z attachment*, which denotes a method of attachment such that the flexible cable or cord cannot be replaced without breaking or destroying a part of the transformer.

- 2.22 *Detachable part* denotes a part which can be removed without the aid of a tool.

Non-detachable part denotes a part which can be removed only with the aid of a tool.

- 2.23 *Tool* denotes a screwdriver, a coin or any other object which may be used to operate a screw or similar fixing means.

- 2.24 *Basic insulation* denotes the insulation applied to live parts to provide basic protection against electric shock.

L'isolation principale ne s'étend pas nécessairement à l'isolation exclusivement utilisée à des fins fonctionnelles.

- 2.25 *Une isolation supplémentaire* est une isolation indépendante prévue en plus de l'isolation principale en vue d'assurer la protection contre les chocs électriques en cas de défaut de l'isolation principale.
- 2.26 *Une double isolation* est une isolation comprenant à la fois une isolation principale et une isolation supplémentaire.
- 2.27 *Une isolation renforcée* est un système d'isolation unique des parties actives assurant un degré de protection contre les chocs électriques équivalent à une double isolation.

L'expression "système d'isolation" ne sous-entend pas que l'isolation doit se composer d'une pièce homogène. Le système peut comporter plusieurs couches qui ne peuvent pas être essayées séparément comme isolation principale ou supplémentaire.

- 2.28 *Un transformateur de la classe I* est un transformateur dans lequel la protection contre les chocs électriques ne repose pas uniquement sur l'isolation principale, mais qui comporte une mesure de sécurité supplémentaire sous forme de moyen de raccordement, tel qu'une borne de terre, des parties conductrices accessibles à un conducteur de protection mis à la terre, faisant partie du câblage fixe de l'installation, d'une manière telle que des parties conductrices accessibles ne puissent devenir dangereuses en cas de défaut de l'isolation principale.

Les transformateurs de la classe I peuvent avoir des parties à double isolation ou à isolation renforcée.

- 2.29 *Un transformateur de la classe II* est un transformateur dans lequel la protection contre les chocs électriques ne repose pas uniquement sur l'isolation principale, mais qui comporte des mesures supplémentaires de sécurité telles que la double isolation ou l'isolation renforcée. Ces mesures ne comportent pas de moyens de mise à la terre de protection et ne dépendent pas des conditions d'installation.

Un transformateur de la classe II peut être muni de moyens pour assurer la continuité des circuits de protection à condition que ces moyens fassent partie intégrante du transformateur et soient isolés des surfaces accessibles conformément aux exigences de la classe II.

Dans certains cas, il peut être nécessaire de faire la distinction pour les transformateurs de la classe II entre ceux "totalement isolés" et ceux "sous enveloppe métallique".

Un transformateur ayant une enveloppe durable et pratiquement continue en matière isolante enfermant toutes les parties métalliques, à l'exception de petites pièces métalliques, telles que plaques signalétiques, vis et rivets, qui sont séparées de parties actives par une isolation au moins équivalente à l'isolation renforcée, est appelé transformateur de la classe II totalement isolé.

Basic insulation does not necessarily include insulation used exclusively for functional purposes.

- 2.25 *Supplementary insulation* denotes an independent insulation applied in addition to basic insulation, in order to provide protection against electric shock in the event of failure of the basic insulation.
- 2.26 *Double insulation* denotes insulation comprising both basic insulation and supplementary insulation.
- 2.27 *Reinforced insulation* denotes a single insulation system applied to live parts, which provides a degree of protection against electric shock equivalent to double insulation.

The term "insulation system" does not imply that the insulation must be one homogeneous piece. It may comprise several layers which cannot be tested singly as supplementary or basic insulation.

- 2.28 *Class I transformer* denotes a transformer in which protection against electric shock does not rely on basic insulation only, but which includes an additional safety precaution in such a way that means, such as an earthing terminal, are provided for the connection of accessible conductive parts to the protective earthing conductor in the fixed wiring of the installation in such a way that accessible conductive parts cannot become live in the event of a failure of the basic insulation.

Class I transformers may have parts with double insulation or reinforced insulation.

- 2.29 *Class II transformer* denotes a transformer 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.

A Class II transformer may be provided with means for maintaining the continuity of protective circuits, provided that such means are inside the transformer and are insulated from accessible surfaces according to the requirements of Class II.

In certain cases, it may be necessary to distinguish between "all-insulated" and "metal-encased" Class II transformers.

A transformer having a durable and substantially continuous enclosure of insulating material which envelops all metal parts, with the exception of small metal parts, such as nameplates, screws and rivets, which are isolated from live parts by insulation at least equivalent to reinforced insulation, is called an all-insulated Class II transformer.

Un transformateur ayant une enveloppe métallique pratiquement continue dans laquelle la double isolation est partout utilisée, à l'exception des parties où l'on utilise une isolation renforcée, parce qu'une double isolation est manifestement irréalisable, est appelé transformateur de la classe II sous enveloppe métallique.

Si un transformateur ayant en toutes ses parties une double isolation ou une isolation renforcée comporte une borne de terre, il est considéré comme étant de la classe I.

- 2.30 *Un transformateur de la classe III est un transformateur dans lequel la protection contre les chocs électriques repose sur l'alimentation sous très basse tension de sécurité (TBTS) et dans lequel ne sont pas engendrées des tensions supérieures à la TBTS.*

Un transformateur de la classe III ne doit pas comporter de borne de mise à la terre de protection.

La classification en classe I, II, III ne se rapporte pas au système d'isolation entre les enroulements primaires et les enroulements secondaires.

- 2.31 *Un transformateur résistant aux courts-circuits est un transformateur dont l'échauffement ne dépasse pas les limites spécifiées lorsque le transformateur est surchargé ou mis en court-circuit, et qui continue à satisfaire à toutes les prescriptions de la présente norme après disparition de la surcharge ou du court-circuit.*

- 2.32 *Un transformateur résistant aux courts-circuits par dispositif incorporé est un transformateur résistant aux courts-circuits qui comporte un dispositif de protection qui ouvre le circuit primaire ou le circuit secondaire, ou réduit le courant dans le circuit primaire ou le circuit secondaire lorsque le transformateur est surchargé ou mis en court-circuit, et qui continue à satisfaire à toutes les prescriptions de la présente norme après disparition de la surcharge ou du court-circuit.*

Comme exemples de dispositifs de protection, on peut citer les fusibles, relais de surcharge, fusibles thermiques ou rubans thermiques, bilames, thermistances, ou dispositifs mécaniques à coupure automatique.

- 2.33 *Un transformateur résistant aux courts-circuits par construction est un transformateur résistant aux courts-circuits dont la température en cas de surcharge ou de court-circuit et en l'absence de tout dispositif de protection ne dépasse pas les limites spécifiées, et qui continue à satisfaire à toutes les prescriptions de la présente norme après disparition de la surcharge ou du court-circuit.*

- 2.34 *Un transformateur non dangereux en cas de défaillance est un transformateur qui, à la suite d'un usage anormal, ne remplit plus sa fonction mais ne présente aucun danger pour l'utilisateur ou l'environnement.*

A transformer having a substantially continuous metal enclosure, in which double insulation is used throughout, except for those parts where reinforced insulation is used because the application of double insulation is manifestly impracticable, is called a metal-encased Class II transformer.

If a transformer with double insulation and/or reinforced insulation throughout has an earthing terminal, it is deemed to be of Class I construction.

- 2.30 *Class III transformer* denotes a transformer in which protection against electric shock relies on supply at safety extra-low voltage (SELV) and in which voltages higher than those of SELV are not generated.

A Class III transformer shall not be provided with means for protective earthing.

The classification I, II or III does not refer to the insulation system between input windings and output windings.

- 2.31 *Short-circuit proof transformer* denotes a transformer in which the temperature rise does not exceed the specified limits when the transformer is overloaded or short-circuited and which continues to meet all requirements of this standard after the removal of the overload or short circuit.

- 2.32 *Non-inherently short-circuit proof transformer* denotes a short-circuit proof transformer equipped with a protective device which opens the input circuit or the output circuit, or reduces the current in the input circuit or the output circuit when the transformer is overloaded or short-circuited, and which continues to meet all requirements of this standard after the removal of the overload or short circuit.

Examples of protective devices are fuses, overload releases, thermal fuses, thermal links, thermal cut-outs and PTC resistors and automatic break-off mechanical devices.

- 2.33 *Inherently short-circuit proof transformer* denotes a short-circuit proof transformer in which the temperature in the case of overload or short circuit and in the absence of a protective device does not exceed the specified limits and which continues to meet all the requirements of this standard after the removal of the overload or short circuit.

- 2.34 *Fail-safe transformer* denotes a transformer which, after abnormal use, fails to function but presents no danger to the user or surroundings.

2.35 *Un transformateur non résistant aux courts-circuits* est un transformateur qui est prévu pour être protégé contre une température exagérée au moyen d'un dispositif de protection non incorporé au transformateur.

2.36 *Un transformateur mobile* est soit un transformateur qui est déplacé pendant son fonctionnement, soit un transformateur qui peut être facilement déplacé lorsqu'il est relié au circuit d'alimentation.

Le transformateur destiné à être monté directement sur un socle de prise de courant est considéré comme un transformateur mobile, même s'il ne peut être déplacé pendant le temps où il est connecté à l'alimentation.

2.37 *Un transformateur portatif (à main)* est un transformateur mobile prévu pour être tenu à la main en usage normal.

2.38 *Un transformateur fixe* est soit un transformateur installé à poste fixe, soit un transformateur qui ne peut pas être déplacé facilement d'un endroit à un autre.

2.39 *La coupure omnipolaire des pôles* est la déconnexion de tous les conducteurs d'alimentation par une seule manœuvre.

Un conducteur de protection n'est pas considéré comme un conducteur d'alimentation.

Le conducteur neutre est considéré comme un conducteur d'alimentation.

Les règles d'installation nationales peuvent exiger ou non la déconnexion du conducteur neutre.

2.40 *Un coupe-circuit thermique* est un dispositif sensible à la température qui limite, en fonctionnement anormal, la température d'un transformateur ou de parties de celui-ci, par l'ouverture automatique du circuit ou par réduction du courant et qui est construit de façon que son réglage ne puisse pas être modifié par l'utilisateur.

2.41 *Un coupe-circuit thermique à réenclenchement automatique* est un coupe-circuit thermique qui rétablit automatiquement le courant lorsque la partie correspondante du transformateur s'est suffisamment refroidie ou que la charge a disparu.

2.42 *Un coupe-circuit thermique sans réenclenchement automatique* est un coupe-circuit thermique qui nécessite une manœuvre à la main ou le remplacement d'un élément pour rétablir le courant.

2.43 *Un relais à maximum de courant* est un interrupteur fonctionnant en fonction du courant et protégeant un circuit contre les surcharges par déclenchement, lorsque le courant dans ce circuit atteint une valeur prédéterminée.

2.35 *Non-short-circuit proof transformer* denotes a transformer which is intended to be protected against excessive temperature by means of a protective device not incorporated in the transformer.

2.36 *Portable transformer* denotes either a transformer which is moved while in operation or a transformer which can easily be moved from one place to another while connected to the supply.

A transformer which is mounted directly on a socket-outlet is deemed to be a portable transformer, even though it cannot be moved while connected to the supply.

2.37 *Hand-held transformer* denotes a portable transformer intended to be held in the hand during normal use.

2.38 *Stationary transformer* denotes either a fixed transformer or a transformer which cannot easily be moved from one place to another.

2.39 *All pole disconnection* denotes disconnection of all supply conductors by a single switching action.

A protective conductor is not considered to be a supply conductor.

A neutral conductor is considered to be a supply conductor.

National wiring rules may or may not require the disconnection of the neutral conductor.

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

2.41 *Self-resetting thermal cut-out* denotes a thermal cut-out which automatically restores the current after the relevant part of the transformer has cooled down sufficiently or the load has been removed.

2.42 *Non-self-resetting thermal cut-out* denotes a thermal cut-out which requires resetting by hand or replacement of a part, in order to restore the current.

2.43 *Overload release* denotes a current-operated switch which protects a circuit from overload by opening when the current in that circuit reaches a predetermined value.

2.44 Le terme "*masse*" est utilisé dans la présente norme comme terme général; il comprend toutes les parties métalliques accessibles, les axes, les poignées, les boutons, les manettes et organes analogues, les vis de fixation métalliques accessibles et une feuille métallique appliquée sur la surface des parties accessibles en matière isolante; il ne comprend pas les parties métalliques non accessibles.

2.45 Le terme "*partie accessible*" est utilisé dans la présente norme comme terme général; il comprend toutes les parties qui peuvent être touchées avec le doigt d'essai normalisé après installation correcte du transformateur.

2.46 La *température ambiante assignée* est la température maximale à laquelle le transformateur peut fonctionner de façon continue dans les conditions normales d'utilisation.

La valeur de la température ambiante assignée (t_a) n'exclut pas le fonctionnement temporaire du transformateur à une température n'excédant pas ($t_a + 10$) °C.

2.47 Une *distance d'isolement* est la distance la plus courte dans l'air entre deux parties conductrices.

Dans le but de déterminer une distance d'isolement entre parties accessibles, la surface accessible d'une enveloppe isolante doit être considérée comme conductrice, comme si elle était recouverte par une feuille métallique, partout où elle peut être accessible au doigt d'épreuve normalisé (voir figure 3).

2.48 Une *ligne de fuite* est la distance la plus courte (dans l'air) le long de la surface d'une matière isolante entre deux parties conductrices.

Dans le but de déterminer une ligne de fuite entre parties accessibles, la surface accessible d'une enveloppe isolante doit être considérée comme conductrice, comme si elle était recouverte par une feuille métallique partout où elle peut être accessible au doigt d'épreuve normalisé (voir figure 3).

2.49 La *tension locale* est la tension efficace la plus élevée qui peut se produire à travers n'importe quel système d'isolation à la tension assignée d'alimentation, l'angle de phase et les surtensions transitoires étant négligés, en circuit ouvert ou dans les conditions normales de fonctionnement.

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

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

2.44 The term "*body*" is used in this standard as a general term; it includes all accessible metal parts, shafts, handles, knobs, grips and the like, accessible metal fixing screws and metal foil applied on accessible surfaces of insulating material; it does not include non-accessible metal parts.

2.45 The term "*accessible part*" is used in this standard as a general term; it includes all parts which may be touched with the standard test finger after correct installation of the transformer.

2.46 *Rated ambient temperature* denotes the maximum temperature at which the transformer may be operated continuously under normal conditions of use.

The value of the rated ambient temperature (t_a) does not preclude temporary operation of the transformer at a temperature not exceeding $(t_a + 10) ^\circ\text{C}$.

2.47 *Clearance* denotes the shortest distance in air between two conductive parts.

For the purpose of determining a clearance to accessible parts, the accessible surface of an insulating enclosure shall be considered conductive as if it were covered by a metal foil wherever it can be touched by the standard test finger (see Figure 3).

2.48 *Creepage distance* denotes the shortest distance (through air) along the surface of an insulating material between two conductive parts.

For the purpose of determining a creepage distance to accessible parts, the accessible surface of an insulating enclosure shall be considered conductive as if it were covered by a metal foil wherever it can be touched by the standard test finger (see Figure 3).

2.49 *Working voltage* denotes the highest r.m.s. voltage that may occur across any insulation system at rated supply voltage, phase angle and transients being neglected, in no-load conditions or during normal operation.

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

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

2.50 *Une pollution* est tout apport de matériau étranger solide, liquide ou gazeux (gaz ionisés) qui peut entraîner une réduction de la tenue diélectrique ou de la résistivité de surface.

2.51 *Un micro-environnement* est l'ensemble des conditions ambiantes à proximité immédiate des distances d'isolement ou des lignes de fuite.

Le micro-environnement des lignes de fuite et des distances d'isolement, et non l'environnement du matériel, détermine l'effet sur l'isolement. Le micro-environnement peut être meilleur ou pire que l'environnement du matériel. Il comprend tous les facteurs influençant l'isolement, tels que conditions climatiques, influences électromagnétiques, génération de pollution, etc.

2.52 Dans le but d'évaluer les lignes de fuite et distances d'isolement, on distingue les degrés suivants de pollution au niveau des micro-environnements.

Pollution normale: Normalement, présence d'une pollution non conductrice. On doit cependant s'attendre de temps en temps à une conductivité temporaire provoquée par la condensation.

Pollution sévère: Présence d'une pollution conductrice ou d'une pollution sèche non conductrice qui devient conductrice par suite de la condensation attendue.

2.53 *Un service permanent* est un fonctionnement pendant une durée illimitée.

2.54 *Un service temporaire* est un fonctionnement pendant une période définie, à partir d'un état froid, les intervalles entre chaque période de fonctionnement étant suffisants pour permettre à l'appareil de revenir à une température voisine de la température ambiante.

2.55 *Un service intermittent* est un fonctionnement suivant une série de cycles identiques spécifiés.

3. Prescriptions générales

Les transformateurs doivent être conçus et construits de façon que, s'ils sont utilisés, installés et entretenus selon les instructions du constructeur, ni l'utilisateur ni l'environnement ne puissent être mis en danger pour autant que cela peut être raisonnablement prévu, même dans l'éventualité d'un emploi sans précaution pouvant advenir en service normal.

La vérification consiste en général à effectuer la totalité des essais applicables.

2.50 *Pollution* denotes any addition of foreign matter, solid, liquid, or gaseous (ionized gases) that may produce a reduction of dielectric strength or surface resistivity.

2.51 *Micro-environment* denotes the ambient conditions which surround a clearance or creepage distance.

The micro-environment of the creepage distance or clearance and not the environment of the equipment determines the effect on the insulation. The micro-environment might be better or worse than the environment of the equipment. It includes all factors influencing the insulation, such as climatic, electromagnetic, generation of pollution, etc.

2.52 For the purpose of evaluating clearances and creepage distances the following degrees of pollution at the micro-environment are established.

Normal pollution: Normally only non-conductive pollution occurs. Occasionally, however, a temporary conductivity caused by condensation must be expected.

Severe pollution: Conductive pollution occurs, or dry non-conductive pollution occurs which becomes conductive, due to the condensation which is expected.

2.53 *Continuous operation* denotes operation for an unlimited period.

2.54 *Short-time operation* denotes operation for a specified period, starting from cold, the intervals between each period of operation being sufficient to allow the appliance to cool down to approximately room temperature.

2.55 *Intermittent operation* denotes operation in a series of specified identical cycles.

3. General requirements

Transformers shall be so designed and manufactured that when used, installed and maintained according to the manufacturer's instructions, they cause no danger which could reasonably be foreseen to persons or surroundings, even in the event of such careless use as may occur in normal service.

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

4. Généralités sur les essais

4.1 Les essais mentionnés dans la présente norme sont des essais de type.

Des recommandations pour les essais individuels en cours de fabrication sont données à l'annexe I-A du Chapitre I.

4.2 Les essais sont effectués sur des spécimens en l'état de livraison. S'il n'est pas nécessaire d'effectuer les essais des paragraphes 13.3 et 14.5, le nombre de spécimens est un pour toutes les puissances assignées.

Si les essais du paragraphe 13.3 doivent être effectués, trois spécimens supplémentaires sont nécessaires. Trois autres spécimens sont nécessaires si ces essais doivent être répétés.

Tous les spécimens doivent satisfaire à tous les essais les concernant, sauf pour le cas mentionné au paragraphe 13.3.

Si les essais du paragraphe 14.5 doivent être effectués, ils sont effectués sur trois spécimens supplémentaires. Ces spécimens ne sont utilisés que pour les essais de ce seul paragraphe.

Pour les transformateurs associés, la norme de l'équipement peut prescrire un nombre différent de spécimens à essayer.

Des spécimens supplémentaires peuvent aussi être nécessaires si d'autres essais conduisent à une destruction partielle du transformateur.

4.3 Les essais sont effectués dans l'ordre des articles et paragraphes, à moins qu'il en soit spécifié autrement.

4.4 Si les résultats des essais sont influencés par la température ambiante, la température de la salle d'essais est, en général, maintenue à $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$. Si, toutefois, la température atteinte par une partie quelconque est limitée par un dispositif sensible à la température ou est influencée par la température à laquelle un changement d'état intervient, la température de la salle d'essais est, en cas de doute, maintenue à $(23 \pm 2) ^\circ\text{C}$.

Les essais sont effectués avec le transformateur, ou toute partie mobile de celui-ci, placé dans la position la plus défavorable qui peut apparaître en usage normal.

4.5 Pour le courant alternatif, les tensions d'essai sont pratiquement sinusoïdales.

4.6 Les transformateurs prévus pour plusieurs tensions primaires assignées, pour une plage assignée de tensions primaires ou pour plusieurs fréquences assignées sont essayés sous la tension ou à la fréquence qui conduit aux conditions les plus sévères pour le transformateur lors de l'essai considéré, à moins qu'il en soit spécifié autrement dans la présente norme.

4. General notes on tests

4.1 Tests according to this standard are type tests.

Recommendations for production tests are given in Appendix I-A of Chapter I.

4.2 Tests are made on specimens as delivered. If it is not necessary to do the tests of Sub-clauses 13.3 and 14.5, the number of specimens is one for all rated outputs.

If the tests of Sub-clause 13.3 have to be made, three additional specimens are needed. A further three specimens are needed if the tests have to be repeated.

All specimens shall withstand all the relevant tests, except as mentioned in Sub-clause 13.3.

If the tests of Sub-clause 14.5 have to be made, they are carried out on three additional specimens. These specimens are used only for the tests of Sub-clause 14.5.

For associated transformers, the equipment standard may prescribe other numbers of specimens to be tested.

Additional specimens may also be necessary if other tests require partial destruction of the transformer.

4.3 Tests are carried out in the order of the clauses and sub-clauses, unless otherwise specified.

4.4 If the test results are influenced by the temperature of the ambient air, the room temperature is, in general, maintained at $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$. If, however, the temperature attained by any part is limited by a temperature-sensitive device, or is influenced by the temperature at which a change of state occurs, the room temperature is, in case of doubt, maintained at $(23 \pm 2) ^\circ\text{C}$.

The tests are carried out with the transformer, or any movable part of it, placed in the most unfavourable position that may occur in normal use.

4.5 For a.c., test voltages are of substantially sinewave form.

4.6 Transformers designed for more than one rated supply voltage, for a rated supply voltage range or for more than one rated frequency, are tested, unless otherwise specified in this standard, at the supply voltage or frequency that imposes the most severe conditions for the transformer in the test concerned.

- 4.7 Dans la mesure du possible, les mesures sont effectuées à l'aide d'instruments qui n'ont pas d'effet appréciable sur les valeurs à mesurer; si nécessaire, des corrections sont faites pour tenir compte de cet effet.
- 4.8 Sauf spécification contraire, les transformateurs destinés à être utilisés avec un câble d'alimentation (voir définition du paragraphe 2.21) sont essayés le câble d'alimentation étant relié au transformateur.
- 4.9 Si des transformateurs de classe I ont des parties métalliques accessibles non connectées à une borne de terre ou à un contact de terre et non séparées des parties actives par une partie intermédiaire métallique connectée à une borne de terre ou à un contact de terre, on contrôle ces parties pour s'assurer de la conformité avec les règles appropriées spécifiées pour les transformateurs de classe II dans la présente norme.
- 4.10 Les transformateurs pour pose encastrée sont essayés avec une boîte d'encastrement appropriée en matière isolante. Cette boîte est placée dans une enveloppe en contre-plaqué d'épaisseur 20 mm comme indiqué à la figure 1, dont les parois internes sont peintes en noir mat. La distance du fond de la boîte de montage à la paroi de l'enveloppe est de 5 mm.
- 4.11 Les transformateurs pour usage spécifique, s'il n'existe pas de normes pour l'appareil ou l'équipement auxquels ils sont destinés, sont essayés de la même façon que les transformateurs d'usage courant, leurs caractéristiques assignées étant considérées comme la puissance et le facteur de puissance de(s) l'appareil(s) ou équipement(s) pour le(s)quel(s) ils ont été conçus.
- 4.12 Les transformateurs associés, destinés à être utilisés avec un appareil ou équipement pour lequel il existe une norme, sont essayés dans les conditions qui se présentent dans l'appareil ou l'équipement pour lequel ils ont été conçus, compte tenu des exigences figurant dans les spécifications correspondantes pour cet appareil ou équipement.

En conséquence, les prescriptions des articles ou paragraphes suivants ne s'appliquent pas et toute référence à ces paragraphes est remplacée, quand cela est applicable, par une référence aux paragraphes correspondants des spécifications pour l'appareil ou équipement: 4.8 - 4.9 - 4.10 - 4.13 - 5 - 6.3 - 6.4 - 7.1 - 7.3 - 7.4 - 7.5 - 7.6 - 7.7 - 7.8 - 7.10 - 7.11 - 7.12 - 8.1 - 8.3 - 8.4 - 8.5 - 8.7 - 9 - 10 - 11 - 12 - 13.2 (seules sont à mesurer les températures des enroulements) - 14.1 (le second alinéa et le tableau III ne sont pas applicables) - 14.3 - 15 - 16 - 17.3 (points 2 et 3 du tableau VI) - 18.2 - 18.3 - 18.4 - 18.5 - 18.6 - 18.7 - 18.8 - 18.9 - 18.10 - 18.12 - 18.13 - 19.1 - 19.2 - 19.4 - 19.5 - 19.6 - 19.7 - 20 - 21 - 22 - 23 - 24 - 25 (points 1b, 3, 4, 5 et 6 du tableau XV) - 26 - 27, de même que l'annexe I-A.

- 4.7 As far as is possible, measurements are made with instruments which do not appreciably affect the values to be measured; if necessary, corrections for their influence are made.
- 4.8 Unless otherwise specified, transformers intended to be used with a power supply cord are tested with the power supply cord (see definition of Sub-clause 2.21) connected to the transformer.
- 4.9 If Class I transformers have accessible metal parts which are not connected to a protective earthing terminal or protective earthing contact, and are not separated from live parts by an intermediate metal part which is connected to an earthing terminal or earthing contact, such parts are checked for compliance with the appropriate requirements specified for Class II transformers in this standard.
- 4.10 A flush-type transformer is tested with an appropriate flush-mounting box of insulating material. This box is placed in an enclosure as indicated in Figure 1, made from plywood, with a thickness of 20 mm, the inside being painted dull black, the distance between the back of the mounting box and the rear wall of the enclosure being 5 mm.
- 4.11 Transformers for specific use for which there are no relevant appliance or equipment standards are tested as transformers for general use, their rating being considered as the power consumption and power factor of the appliance(s) or equipment for which they are designed.
- 4.12 Associated transformers for use with an appliance or equipment for which a relevant appliance or equipment standard exists are tested under the conditions present in the appliance or equipment for which they are intended, account being taken of the requirements of the corresponding specifications for the appliance or equipment.

Consequently the specifications of the following clauses or sub-clauses do not apply and any reference to these sub-clauses is replaced, where applicable, by a reference to the corresponding clauses or sub-clauses of the standards for the appliance or equipment: 4.8 - 4.9 - 4.10 - 4.13 - 5 - 6.3 - 6.4 - 7.1 - 7.3 - 7.4 - 7.5 - 7.6 - 7.7 - 7.8 - 7.10 - 7.11 - 7.12 - 8.1 - 8.3 - 8.4 - 8.5 - 8.7 - 9 - 10 - 11 - 12 - 13.2 (only temperatures of windings will be measured) - 14.1 (the second paragraph and Table III are not applicable) - 14.3 - 15 - 16 - 17.3 (Items 2 and 3 of Table VI) - 18.2 - 18.3 - 18.4 - 18.5 - 18.6 - 18.7 - 18.8 - 18.9 - 18.10 - 18.12 - 18.13 - 19.1 - 19.2 - 19.4 - 19.5 - 19.6 - 19.7 - 20 - 21 - 22 - 23 - 24 - 25 (Items 1b, 3, 4, 5 and 6 of Table XV) - 26 - 27 - and Appendix I-A.

4.13 Les transformateurs d'indice IP00 dont l'utilisation n'est pas connue sont essayés sans enveloppe.

Pour ces transformateurs, les prescriptions relevant des articles ou paragraphes suivants ne sont pas applicables: paragraphes 8.1 et 8.3, articles 16 et 20.

L'article 20 n'est appliqué que si les transformateurs présentent des parties métalliques extérieures autres que les bornes de connexion ou conducteurs de raccordement.

5. Caractéristiques assignées

Les caractéristiques assignées sont indiquées dans les chapitres particuliers aux différents types de transformateurs.

Si des valeurs autres que celles indiquées comme valeurs préférentielles sont choisies, il est recommandé de les prendre, si applicable, parmi les nombres de la série R10.

6. Classification

Les transformateurs sont classés:

6.1 D'après la protection contre les chocs électriques en:

- transformateurs de la classe I;
- transformateurs de la classe II;
- transformateurs de la classe III.

Les transformateurs à incorporer ne sont pas rattachés à une classe; leur protection contre les chocs électriques est déterminée par la façon dont ils sont incorporés.

6.2 D'après la protection contre les courts-circuits ou protection contre une utilisation anormale en:

- transformateurs résistant aux courts-circuits par construction;
- transformateurs résistant aux courts-circuits par dispositif incorporé;
- transformateurs non résistant aux courts-circuits;
- transformateurs non dangereux en cas de défaillance.

6.3 D'après le degré de protection procuré par l'enveloppe et défini selon la Publication 529 de la CEI.

6.4 D'après leur mobilité en:

- transformateurs fixes;
- transformateurs mobiles;
- transformateurs portatifs.

4.13 *IP00 transformers the use of which is not known are tested without an enclosure.*

For these transformers, the relevant requirements of the following clauses or sub-clauses are not applicable: Sub-clauses 8.1 and 8.3, Clauses 16 and 20.

Clause 20 is applied if the transformer has external metal parts other than terminals and connecting leads.

5. Rating

Rating is indicated in the separate chapters for different types of transformers.

If values other than the ones indicated as preferred values are chosen, it is recommended, where applicable, that they be taken from the R10 series.

6. Classification

Transformers are classified:

6.1 According to their protection against electric shock:

- Class I transformers;
- Class II transformers;
- Class III transformers.

Incorporated transformers are not classified; their degree of protection against electric shock is determined by the way in which the transformer is incorporated.

6.2 According to short-circuit protection or protection against abnormal use:

- inherently short-circuit proof transformers;
- non-inherently short-circuit proof transformers;
- non-short-circuit proof transformers;
- fail-safe transformers.

6.3 According to the degree of protection ensured by the enclosure and defined in accordance with IEC Publication 529.

6.4 According to their mobility:

- stationary transformers;
- portable transformers;
- hand-held transformers.

7. Marques et indications

7.1 Les transformateurs doivent porter les indications suivantes:

- la ou les tensions primaires assignées, ou la ou les plages de tensions primaires assignées en volts;
- la ou les tensions secondaires assignées en volts ou kilovolts.

Pour les transformateurs combinés avec un redresseur, il y a lieu d'indiquer la tension secondaire assignée en aval du redresseur en valeur moyenne arithmétique. Si toutefois cette valeur est indiquée en valeur efficace, il convient que cette indication soit précisée.

La valeur efficace est distinguée de la valeur moyenne arithmétique en utilisant V_{eff} dans le marquage.

- la puissance assignée en voltampères ou en kilovoltampères, et VAR ou kVAR pour les bobines d'inductance.

Pour les transformateurs combinés avec un redresseur, la puissance peut être exprimée en watts au lieu d'être exprimée en voltampères ou en kilovoltampères.

- le ou les courants secondaires assignés en ampères ou milliampères, en remplacement de la puissance assignée;
- la (ou les) fréquence(s) assignée(s) en hertz;
- le facteur de puissance assignée s'il est différent de l'unité;
- le symbole de la nature du courant secondaire pour les transformateurs combinés avec un redresseur;
- le symbole indiquant l'application particulière du transformateur (s'il y a lieu);
- le nom du constructeur ou la marque de fabrique;
- le numéro du modèle ou la référence du type;
- le groupe de couplage correspondant à la Publication 76-4 de la CEI (s'il y a lieu);
- le symbole pour la classe II, pour les transformateurs de la classe II seulement;
- l'indication de l'indice de protection IP, s'il est différent de IP00 ou IP20;
- la température ambiante assignée maximale (t_a) si elle diffère de 25 °C;

Il est recommandé que les valeurs de t_a soient données par échelons de 5 °C pour $t_a \leq 50$ °C et par échelons de 10 °C pour $t_a > 50$ °C;

- les symboles indiquant leur fonction du point de vue électrique.

7. Marking

7.1 Transformers shall be marked with:

- rated supply voltage(s) or rated supply voltage range(s) in volts;
- rated output voltage(s) in volts or kilovolts.

For transformers combined with a rectifier, the rated output voltage after the rectifier shall be marked with the arithmetic mean value. If however the output voltage is given as an r.m.s. value, this shall be stated.

An r.m.s. value is distinguished from an arithmetic mean value by the use of r.m.s. in the marking.

- rated output in voltamperes or kilovoltamperes and VAR or kVAR for reactors;

For transformers combined with a rectifier, the output may be expressed in watts, instead of voltamperes or kilovoltamperes.

- rated output current(s) in amperes or milliamperes as an alternative to the marking of the rated output;
- rated frequency(ies) in hertz;
- rated power factor, if other than unity;
- symbol for nature of output current for transformers combined with a rectifier;
- symbol indicating any particular application of the transformer;
- manufacturer's name or trade mark;
- manufacturer's model or type reference;
- vector group in accordance with IEC Publication 76-4 (if required);
- symbol for Class II construction, for Class II transformers only;
- indication of the protection index IP, if other than IP00 or IP20;
- rated maximum ambient temperature t_a , if other than 25 °C;

It is recommended that the values of t_a be given in steps of 5 °C for $t_a \leq 50$ °C and in steps of 10 °C for $t_a > 50$ °C.

- symbols indicating their electrical function.

Les transformateurs pour service temporaire ou pour service intermittent doivent être marqués respectivement de l'indication du temps de service assigné ou du temps de service assigné ainsi que du temps de repos assigné, à moins que le temps de service ne soit limité par la construction du transformateur ou corresponde à des conditions de service spécifiées dans le chapitre ou la section concernée.

Le marquage du service temporaire ou du service intermittent doit correspondre aux conditions d'usage normal.

Le marquage du service intermittent doit être tel que le temps de service assigné précède l'indication du temps de repos assigné, les deux indications étant séparées par une barre oblique.

- En complément, le fabricant doit être en mesure de fournir à l'acheteur les informations suivantes (dans la documentation ou autre moyen):
 - la tension de court-circuit, exprimée comme un pourcentage de la tension primaire assignée et seulement pour les transformateurs fixes ayant une puissance assignée supérieure à 1 000 VA;
 - la fonction du point de vue électrique du transformateur.

7.2 Pour les transformateurs à indice de protection IP00 ou pour les transformateurs associés, il est admis de marquer seulement le nom du constructeur (ou la marque de fabrique) et la référence du type (ou du catalogue), si la place disponible est insuffisante. Les autres caractéristiques doivent alors figurer sur les feuilles de caractéristiques du transformateur.

Dans certains cas, le nom du constructeur et la référence du type peuvent être remplacés par un numéro de code.

7.3 Si le transformateur est prévu pour être adapté à différentes tensions primaires assignées, la tension à laquelle le transformateur est réglé doit pouvoir être facilement et clairement distinguée.

7.4 Les transformateurs à prises multiples ou à enroulements secondaires multiples doivent porter les indications suivantes:

- la tension secondaire assignée pour chaque prise ou enroulement, à moins que le transformateur ne soit destiné à des usages spéciaux impliquant de fréquents changements de la tension secondaire;
- la puissance assignée pour chaque prise ou enroulement, à moins que la valeur n'en soit uniforme.

La disposition des connexions nécessaires pour obtenir les différentes tensions secondaires doit être clairement indiquée sur le transformateur.

7.5 Les transformateurs résistant aux courts-circuits peuvent porter en outre le symbole pour les transformateurs résistant aux courts-circuits.

Transformers for short-time operation or intermittent operation shall be marked with the rated operating time or with the rated operating time and the rated resting time respectively, unless the operating time is limited by the construction of the transformer or corresponds to the operating conditions specified in the relevant chapter or section.

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, both markings being separated by an oblique stroke;

- in addition, the manufacturer shall be prepared to provide the purchaser with the following information (in the literature or otherwise):
 - the short-circuit voltage expressed as a percentage of the rated supply voltage and only for stationary transformers with a rated output exceeding 1 000 VA;
 - the electrical function of the transformer.

7.2 Transformers with protection index IP00 or associated transformers, may be marked with only the manufacturer's name (or trade mark) and the type reference (or catalogue reference), when the available space is inadequate. The other characteristics shall be given in the data sheets of the transformer.

In certain cases, the manufacturer's name and the type reference may be replaced by a code number.

7.3 If the transformer can be adjusted to suit different rated supply voltages, the voltage to which the transformer is adjusted shall be easily and clearly discernible.

7.4 Transformers with tapped or multiple output windings shall be marked with:

- the rated output voltage for each tapping or winding, unless the transformer is intended for special purposes involving frequent changes in output voltage;
- the rated output for each tapping or winding, unless it is the same for every tapping or winding.

The arrangement of the connections necessary to obtain the various output voltages shall be clearly indicated on the transformer.

7.5 Short-circuit proof transformers may, in addition, be marked with the symbol for short-circuit proof transformers.

Les transformateurs résistant aux courts-circuits par fusibles incorporés et les transformateurs non résistant aux courts-circuits doivent porter en outre l'indication du courant assigné en ampères ou milli-ampères de l'élément de remplacement servant à la protection, suivi, s'il y a lieu, du symbole de la caractéristique temps-courant du fusible.

Les transformateurs résistant aux courts-circuits par dispositifs incorporés interchangeables autres que des fusibles doivent porter en outre l'indication du numéro du modèle ou la référence du type du dispositif et/ou les caractéristiques assignées du dispositif.

Les transformateurs résistant aux courts-circuits par dispositifs incorporés non interchangeables n'ont pas besoin de marquage concernant le dispositif de protection.

Le marquage doit être tel que le remplacement du dispositif de protection puisse être assuré correctement.

Les transformateurs non dangereux en cas de défaillance peuvent porter en outre le symbole les caractérisant.

- 7.6 Les bornes prévues exclusivement pour le conducteur neutre doivent être désignées par le symbole pour le neutre.

Les bornes de terre doivent être désignées par le symbole pour la terre.

Les bornes primaires et secondaires doivent être facilement identifiables.

Si un point quelconque d'un enroulement ou d'une borne est connecté au châssis ou au noyau, cela doit être indiqué au moyen du symbole correspondant.

- 7.7 Les transformateurs doivent être munis de repères montrant clairement la façon dont le transformateur doit être raccordé.

- 7.8 Pour les transformateurs pourvus d'une fixation du type M, Y ou Z, la notice d'utilisation doit porter l'essentiel des renseignements suivants:

- pour les fixations du type M:
"en cas d'endommagement du cordon d'alimentation, il est nécessaire de se procurer un cordon spécial auprès du constructeur ou de son agent, pour son remplacement";
- pour les fixations du type Y:
"en cas d'endommagement du cordon d'alimentation, le transformateur doit être retourné au constructeur ou à son agent pour remplacement du cordon";
- pour les fixations du type Z:
"le cordon d'alimentation de ce transformateur ne peut pas être remplacé; en cas d'endommagement du cordon, le transformateur doit être mis au rebut".

Non-inherently short-circuit proof transformers with incorporated fuses and non-short-circuit proof transformers shall, in addition, be marked with the rated current, in amperes or milliamperes, of the protecting fuse-link, followed by the symbol for the time-current characteristics of the fuses, if applicable.

Non-inherently short-circuit proof transformers with incorporated replaceable protective devices other than fuses shall, in addition, be marked with the manufacturer's model or type reference of the device, and/or rating of the device.

Non-inherently short-circuit proof transformers with non-replaceable protective devices need no additional marking regarding the protective device.

The marking shall be sufficient to ensure correct replacement of the protective device.

Fail-safe transformers may also be marked with their characteristic symbol.

- 7.6 Terminals intended exclusively for the neutral conductor shall be indicated by the symbol for neutral.

Earthing terminals shall be indicated by the symbol for earthing.

Terminals of input and output windings shall be clearly identified.

If any point of a winding or a terminal is connected to the frame or core, it shall be marked with the relevant symbol.

- 7.7 Transformers shall be provided with markings clearly indicating the manner in which the transformer is to be connected.

- 7.8 For transformers with type M, Y and Z attachments, the instruction sheet shall contain the substance of the following information:

- for type M attachments:

"if the supply cord of this transformer is damaged, a special cord supplied by the manufacturer or his agent must be obtained and fitted";

- for type Y attachments:

"if the supply cord of this transformer is damaged, the transformer must be returned to the manufacturer or his agent for the cord to be replaced";

- for type Z attachments:

"the supply cord of this transformer cannot be replaced; if the cord is damaged, the transformer should be discarded".

7.9 Lorsqu'il est fait usage de symboles, on doit utiliser:

V (ou kV)	pour volts (ou kilovolts)
A (ou mA)	pour ampères (ou milliampères)
VA (ou VAR)	pour voltampères (ou voltampères réactifs pour les bobines d'inductance)
kVA (ou kVAR)	pour kilovoltampères (ou kilovoltampères réactifs pour les bobines d'inductance)
W	pour watts
Hz	pour hertz
PRI	pour primaire
SEC	pour secondaire
— — —	pour courant continu
N	pour courant neutre
~	pour courant ou tension monophasé(e)
3 ~	pour courant ou tension triphasé(e)
3N ~	pour courant ou tension triphasé(e) avec neutre
$\cos \phi$	pour facteur de puissance
	pour la classe II
	pour les coupe-circuit à fusibles (en ajoutant le symbole de la caractéristique temps-courant correspondant)
t_a	pour la température ambiante assignée maximale
	pour la borne reliée au châssis ou au noyau
	pour la terre de protection
	transformateur d'isolement à enroulements séparés

7.9 When symbols are used, they shall be as follows:

V (or kV)	volts (or kilovolts)
A (or mA)	amperes (or milliamperes)
VA (or VAR)	voltamperes (or voltamperes reactive for reactors)
kVA (or kVAR)	kilovoltamperes (or kilovoltamperes reactive for reactors)
W	watts
Hz	hertz
PRI	input
SEC	output
— — —	direct current
N	neutral
~	single-phase
3 ~	three-phase
3N ~	three-phase + neutral
$\cos \phi$	power factor
	Class II construction
	fuse-link (add symbol for time-current characteristic)
t_a	rated maximum ambient temperature
	frame or core terminal
	protective earth (ground)
	separating transformer



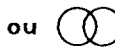
autotransformateur



pour les transformateurs d'isolement à enroulements séparés non dangereux en cas de défaillance



pour les transformateurs d'isolement à enroulements séparés non résistants aux courts-circuits



pour les transformateurs d'isolement à enroulements séparés résistants aux courts-circuits (par construction ou par dispositif incorporé)

Les dimensions du symbole pour la classe II doivent être telles que la longueur des côtés du carré extérieur soit égale à environ deux fois la longueur des côtés du carré intérieur. La longueur des côtés du carré extérieur doit être d'au moins 5 mm à moins que la plus grande dimension du transformateur ne dépasse pas 15 cm, auquel cas les dimensions du symbole peuvent être réduites, mais la longueur des côtés du carré extérieur doit être d'au moins 3 mm.

- 7.10 Les positions différentes des dispositifs de réglage et les positions différentes des interrupteurs doivent être désignées par des chiffres, des lettres ou autres indications visuelles.

S'il est fait usage de chiffres pour la désignation des différentes positions, la position "ouverte" doit être désignée par le chiffre 0 et la position correspondant à une charge, une puissance, etc. plus élevées doit être désignée par un chiffre plus élevé.

Le chiffre 0 ne doit être employé pour aucune autre indication. Les indications utilisées doivent être compréhensibles sans la connaissance des langues, des normes nationales, etc.

- 7.11 Les marques et indications ne doivent pas être placées sur des vis ou d'autres parties facilement amovibles.

Sauf dans les cas mentionnés ci-dessous, les marques et indications doivent pouvoir être distinguées facilement lorsque le transformateur est prêt à l'usage.

Les marques et indications relatives aux bornes doivent être placées de façon qu'on puisse les distinguer facilement après enlèvement du capot, si nécessaire; elles doivent être telles qu'il ne puisse pas y avoir confusion entre les bornes primaires et les bornes secondaires.



autotransformer



or



fail-safe separating transformer



or



non-short-circuit proof separating transformer



or

short-circuit proof separating transformer
(inherently or non-inherently)

The dimensions of the symbol for Class II construction shall be such that the length of the sides of the outer square is about twice the length of the sides of the inner square. The length of the sides of the outer square shall be not less than 5 mm, unless the largest dimension of the transformer is 15 cm in length or less, in which case the dimension of the symbol may be reduced but the length of the sides of the outer square shall be not less than 3 mm.

- 7.10 The different positions of regulating devices and the different positions of switches shall be indicated by figures, letters or other visual means.

If figures are used for indicating the different positions, the "off" position shall be indicated by the figure 0 and the position for a greater output, input, etc. shall be indicated by a higher figure.

The figure 0 shall not be used for any other indication. Indications used shall be comprehensible without a knowledge of languages, national standards, etc.

- 7.11 Marking shall not be placed on screws or other easily removable parts.

Marking shall, with the exceptions mentioned below, be clearly discernible when the transformer is ready for use.

Marking related to terminals shall be so positioned that it is clearly discernible, if necessary after removal of the cover; it shall be such that there can be no confusion between input terminals and output terminals.

Les marques et indications relatives aux dispositifs de protection interchangeables doivent être placées à proximité de la base de ces dispositifs, et de façon qu'on puisse les distinguer facilement après enlèvement de tout capot et du dispositif de protection.

Le symbole pour la classe II doit être placé de façon qu'il soit évident qu'il constitue une information technique et qu'il ne soit pas confondu avec le nom du constructeur ou la marque de fabrication.

La vérification de la conformité aux prescriptions des paragraphes 7.1 à 7.11 est effectuée par examen.

7.12 Les marques doivent être durables et facilement lisibles.

La conformité est vérifiée par examen et par l'essai suivant.

Le marquage est frotté à la main pendant 15 s avec un chiffon imbibé d'eau et de nouveau pendant 15 s avec un chiffon imbibé d'essence.

Les marques faites par empreinte, moulage, pression ou gravure ne sont pas soumises à cet essai.

Il est recommandé que l'essence utilisée se compose d'hexane comme solvant avec une teneur aromatique ayant un maximum de 0,1% en volume, un indice de kauributanol de 29, un point d'ébullition initial d'environ 65 °C, un point de siccité d'environ 69 °C et une masse volumique d'environ 0,68 g/cm³.

Après tous les essais de la présente norme, les marques et indications doivent être facilement lisibles; il ne doit pas être possible d'enlever facilement les étiquettes et celles-ci ne doivent pas se recroqueviller.

8. Protection contre les chocs électriques

8.1 Les enveloppes des transformateurs ne doivent pas présenter d'ouvertures autres que les ouvertures nécessaires au fonctionnement correct du transformateur et en accord avec les règles de cet article.

De plus, les transformateurs d'indice de protection autre que IP00 doivent être construits et enfermés de façon que soit assurée une protection suffisante contre les contacts accidentels avec des parties actives et, pour les transformateurs de la classe II, avec des parties métalliques séparées des parties actives par une isolation principale seulement. Cette prescription s'applique même après enlèvement des parties amovibles, à l'exception:

- des lampes munies de culots autres que les culots E10;
- des porte-fusibles de type D.

Les propriétés isolantes des vernis, de l'émail, du papier, du coton, d'une pellicule d'oxyde sur des parties métalliques et de la matière de remplissage ne doivent pas être considérées comme assurant la protection requise contre les contacts accidentels avec des parties actives.

Marking related to interchangeable protective devices shall be positioned adjacent to the bases of these devices, and shall be clearly discernible after removal of any cover and the protective device.

The symbol for Class II construction shall be so positioned that it will be obvious that it is part of the technical information and is unlikely to be confused with the manufacturer's name or trade mark.

Compliance with the requirements of Sub-clauses 7.1 to 7.11 is checked by inspection.

7.12 Marking shall be durable and easily legible.

Compliance is checked by inspection and by the following test.

The marking is rubbed 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.

Marking made by impression, moulding, pressing or engraving is not subjected to this test.

It is recommended that the petroleum spirit used consist of a solvent hexane with an aromatic content of maximum 0,1 volume percentage, a kauributanol value of 29, an initial boiling point of approximately 65 °C, a dry point of approximately 69 °C and a specific gravity of approximately 0,68 g/cm³.

After all the tests of this standard, the marking shall be easily legible. It shall not be easily possible to remove labels and they shall show no curling.

8. Protection against electric shock

8.1 Enclosures of transformers shall have no openings other than the openings necessary for the correct operation of the transformer and which meet the requirements of this clause.

In addition, transformers with a protection index other than IP00 shall be so constructed and enclosed that there is adequate protection against accidental contact with live parts and, for Class II transformers, with metal parts separated from live parts by basic insulation only. This requirement applies even after removal of detachable parts, except for:

- lamps with caps other than E10;
- type D fuse-carriers.

The insulating properties of lacquer, enamel, paper, cotton, oxide film on metal parts and sealing compound shall not be relied upon to give the required protection against accidental contact with live parts.

Des résines durcissant à l'air ne sont pas considérées comme étant de la matière de remplissage.

La vérification de la conformité est effectuée par examen et par les essais de la Publication 529 de la CEI correspondant au degré IP2X et avec le doigt d'épreuve représenté à la figure 3.

De plus, les ouvertures dans les transformateurs de la classe II et les ouvertures dans les transformateurs de la classe I autres que celles dans des parties métalliques reliées à une borne de terre sont essayées au moyen de la broche d'essai représentée à la figure 4.

Le doigt d'épreuve et la broche d'essai sont appliqués, sans force appréciable, dans toutes les positions possibles.

Les ouvertures qui ne permettent pas la pénétration du doigt sont en outre essayées au moyen d'un doigt d'épreuve rigide de mêmes dimensions, qui est appliqué avec une force de 20 N. Si ce doigt pénètre, l'essai au moyen du doigt d'épreuve normal est répété, le doigt étant introduit dans les ouvertures. Si le doigt d'épreuve rigide ne peut pénétrer, la force est portée à 30 N. Si les ouvertures sont déformées au point que le doigt d'épreuve normal puisse entrer sans effort, l'essai est répété avec ce dernier doigt.

Il ne doit pas être possible de toucher avec le doigt d'épreuve des parties actives nues ou des parties actives protégées seulement par un vernis, de l'émail, du papier, du coton, une pellicule d'oxyde ou de la matière de remplissage. Pour les transformateurs de classe II, il ne doit pas être possible de toucher avec le doigt d'épreuve les parties métalliques qui sont séparées des parties actives par une isolation principale seulement.

Il ne doit pas être possible de toucher des parties actives nues avec la broche d'essai.

Cette prescription ne s'applique pas aux douilles et aux prises de courant.

En cas de doute, un indicateur électrique dont la tension est de 40 V au moins, est utilisé avec la broche d'essai.

Lorsque la protection des parties actives contre les contacts accidentels est réalisée par revêtement isolant, celui-ci doit être capable de satisfaire aux essais suivants:

a) Essai de vieillissement

La pièce revêtue est soumise à l'épreuve décrite dans la section un (essai Ba) de la Publication 68-2-2 de la CEI, à une température de $(70 \pm 2) ^\circ\text{C}$ et pendant une durée de 7 jours (168 h).

Après cette épreuve, on la laisse refroidir jusqu'à la température ambiante et l'examen ne doit révéler aucun décollement ni retrait du revêtement.

b) Essai de choc

La pièce est alors soumise, pendant une période de 4 h, à une température de $(-10 \pm 2) ^\circ\text{C}$. Le revêtement isolant étant toujours à cette température on applique un choc en tout point de la surface susceptible de présenter une faiblesse, au moyen du marteau à ressort (voir figure 2).

Self-hardening resins are not regarded as sealing compound.

Compliance is checked by inspection and by the tests of IEC Publication 529 corresponding to index IP2X with the test finger shown in Figure 3.

In addition, apertures in Class II transformers and apertures in Class I transformers other than those in metal parts connected to an earthing terminal are tested with the test pin shown in Figure 4.

The test finger and the test pin are applied, without appreciable force, in every possible position.

Apertures preventing the entry of the finger are further tested by means of a straight unjointed test finger of the same dimensions, which is applied with a force of 20 N. If this finger enters, the test with the normal finger is repeated, the finger being introduced, if necessary, through the aperture. If the unjointed test finger does not enter, the force applied is increased to 30 N. If the apertures are then so distorted that the standard test finger can be inserted without force, the test with the latter finger is repeated.

It shall not be possible to touch bare live parts or live parts protected only by lacquer, enamel, paper, cotton, oxide film or sealing compound, with the test finger. For Class II transformers, it shall not be possible to touch metal parts separated from live parts by basic insulation only, with the test finger.

It shall not be possible to touch bare live parts with the test pin.

This requirement does not apply to lamp caps or socket-outlets.

In case of doubt, an electrical contact indicator, with a voltage not less than 40 V is used with a test pin.

When protection of live parts against accidental contact is ensured by an insulating coating, this coating shall be capable of withstanding the following tests:

a) Ageing test

The coated part is subjected to the conditions described in Section One (Test Ba) of IEC Publication 68-2-2, at a temperature of $(70 \pm 2) ^\circ\text{C}$ and for a period of 7 days (168 h).

After this treatment, the part is allowed to cool to room temperature and inspection shall show that the coating has not loosened or shrunk away from the base material.

b) Impact test

The part is then conditioned for a period of 4 h at a temperature of $(-10 \pm 2) ^\circ\text{C}$. While still at this temperature, the coating is subjected to a blow applied to any point of the layer that is likely to be weak, from a spring-operated impact hammer (see Figure 2).

Après cet essai, le revêtement ne doit pas être endommagé; en particulier, il ne doit pas présenter de craquelures visibles à l'oeil nu, ou à la vision corrigée sans grossissement.

c) Essai de résistance aux rayures

Enfin, la pièce, à la température la plus élevée atteinte dans les conditions normales d'emploi, est soumise à un essai de rayures. Les rayures sont 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 du cône étant arrondie suivant un rayon de $(0,25 \pm 0,02)$ mm.

On trace les rayures en déplaçant la broche le long de la surface à une vitesse d'environ 20 mm/s. La charge appliquée à la broche est telle que la force exercée le long de son axe est de $(10 \pm 0,5)$ N. Les rayures sont écartées d'au moins 5 mm et situées à au moins 5 mm du bord du spécimen.

Après cet essai, le revêtement ne doit pas être détaché ni être percé et il doit satisfaire à un essai de rigidité diélectrique conformément à l'article 17, la tension d'essai étant appliquée entre le matériau de base et une feuille métallique en contact avec le revêtement.

Les essais peuvent être effectués sur un échantillon séparé de la pièce revêtue.

8.2 Disponible.

8.3 Les éléments assurant la protection contre les chocs électriques doivent avoir une résistance mécanique suffisante et ne doivent pas prendre de jeu en usage normal.

La vérification de la conformité est effectuée par examen, par un essai à la main et par les essais de l'article 15.

8.4 Les axes, poignées, leviers de manoeuvre, boutons et organes analogues ne doivent pas être sous tension.

Les parties en contact avec le circuit secondaire sont considérées comme des parties actives.

8.5 Les poignées, les leviers de manoeuvre, les boutons et organes analogues doivent être soit en matière isolante, soit recouverts de façon appropriée d'une isolation supplémentaire, ou séparés de leurs axes ou organes de fixation par une isolation supplémentaire, si leurs axes ou organes de fixation risquent d'être mis sous tension en cas de défaut d'isolement.

Le bois, même imprégné, n'est pas considéré comme procurant une isolation supplémentaire.

After this test, the coating shall not be damaged; in particular, it shall show no cracks visible with normal vision, or corrected vision without magnification.

c) Scratch test

Finally, the part at the highest temperature attained under normal operating conditions is subjected to a scratch test. The scratches are 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 with a radius of $(0,25 \pm 0,02)$ mm.

Scratches are made by drawing the pin along the surface at a speed of about 20 mm/s. The pin is so loaded that the force exerted along its axis is $(10 \pm 0,5)$ N. The scratches are at least 5 mm apart and at least 5 mm from the edge of the specimen.

After this test, the coating shall neither have loosened nor be pierced, and it shall withstand a dielectric strength test as specified in Clause 17, the test voltage being applied between the base material and a metal foil in contact with the layer.

The tests may be made on a separate specimen of the coated part.

8.2 Void.

8.3 Parts providing protection against electric shock shall have adequate mechanical strength and shall not work loose in normal use.

Compliance is checked by inspection, by manual test and by the tests of Clause 15.

8.4 Shafts, handles, operating levers, knobs and the like shall not be live.

Parts in contact with the output circuit are deemed to be live parts.

8.5 Handles, operating levers, knobs and the like shall be of insulating material or be adequately covered by supplementary insulation, or separated from their shafts or fixings by such insulation, if their shafts or fixings are likely to become live in the event of an insulation fault.

Wood, even impregnated, is not regarded as providing supplementary insulation.

La vérification de la conformité aux prescriptions des paragraphes 8.4 et 8.5 est effectuée par examen et, si nécessaire, par les essais spécifiés pour l'isolation supplémentaire.

- 8.6 Les enroulements primaires et secondaires des transformateurs à enroulements séparés doivent être séparés par une isolation principale et la construction doit être telle qu'il n'y ait pas de possibilité de connexion entre ces enroulements, directement ou indirectement, à travers d'autres parties métalliques.

Pour tous les types de transformateurs, des précautions doivent être prises pour éviter:

- un déplacement nuisible des enroulements primaires ou secondaires, ou de leurs spires;
- un déplacement nuisible des conducteurs internes ou des conducteurs pour les connexions externes;
- un déplacement nuisible de parties d'enroulement ou de conducteurs internes, en cas de rupture des conducteurs ou de desserrage des connexions;
- un contournement d'une partie quelconque de l'isolation entre les enroulements primaires et secondaires, y compris les connexions des enroulements, par des conducteurs, des vis, des rondelles, ou organes analogues qui pourraient se desserrer ou se détacher.

Il est admis que deux fixations indépendantes ne se détachent pas simultanément.

La vérification de la conformité est effectuée par examen, suivant les paragraphes 8.6.1 et 8.6.3 et par les essais de l'article 15.

- 8.6.1 Pour les transformateurs à enroulements séparés, l'isolation entre les enroulements primaires et les enroulements secondaires doit être constituée au moins par une isolation principale.

L'isolation:

- doit répondre à l'essai de rigidité diélectrique pour l'isolation principale de l'article 17, après traitement hygroscopique de l'article 16;
- doit présenter des dimensions telles que les lignes de fuite et distances dans l'air doivent répondre aux prescriptions pour l'isolation principale de l'article 25;
- doit présenter des dimensions telles que les distances à travers l'isolation principale répondent aux règles pour l'isolation de l'article 25 (voir tableau XV, article 1c)), ou être constituée d'au moins deux feuilles isolantes.

Compliance with the requirements of Sub-clauses 8.4 and 8.5 is checked by inspection and, if necessary, by the tests specified for supplementary insulation.

- 8.6 The input and output windings for separating transformers shall be separated by a basic insulation, and the construction shall be such that there is no possibility of any connection between these windings, either directly or indirectly, through other metal parts.

In all types of transformer, precautions shall be taken to prevent:

- undue displacement of input or output windings or the turns thereof;
- undue displacement of internal wiring or wires for external connections;
- undue displacement of parts of windings or of internal wiring, in the event of rupture of wires or loosening of connections;
- wires, screws, washers and the like from bridging any part of the insulation between the input and output windings, including the connections of windings, should they loosen or become free.

It is not expected that two independent fixings will become loose at the same time.

Compliance is checked by inspection, taking Sub-clauses 8.6.1 and 8.6.3 into consideration, and by the tests of Clause 15.

- 8.6.1 For separating transformers the insulation between the input and the output winding(s) shall consist of at least basic insulation.

The insulation:

- shall comply with the electric strength test for basic insulation in Clause 17, after the humidity treatment of Clause 16;
- shall have such dimensions that creepage distances and clearances comply with the requirements for basic insulation in Clause 25;
- shall either have such dimensions that distances through the basic insulation comply with the requirements for insulation in Clause 25 (see Table XV, Item 1c)) or consist of at least two layers of insulation in thin sheet form.

En cas d'utilisation de rubans crantés, on doit appliquer au moins une couche supplémentaire afin de réduire le risque de coïncidence des crans de deux couches adjacentes.

8.6.2 Chaque enroulement doit suivre, à moins que cela soit manifestement infaisable, une séquence linéaire de couches.

Cette prescription n'empêche pas le mélange des spires de couches adjacentes.

8.6.3 La dernière spire de chaque enroulement doit être maintenue par un moyen sûr, par exemple par un ruban ou un moyen de fixation approprié.

Dans le cas de bobines sans flasques, les spires extrêmes de chaque couche doivent être maintenues par un moyen sûr. Chaque couche peut par exemple être enrobée avec une matière isolante adéquate projetée au-delà des spires extrêmes de chaque couche et, de plus:

- le ou les enroulements sont imprégnés avec un matériau durcissant à la chaleur ou figeant à froid, remplissant de façon sûre les intervalles entre spires et scellant de façon efficace les spires extrêmes, ou
- le ou les enroulements sont fixés en totalité au moyen de la matière isolante.

Il est admis que deux fixations indépendantes ne se détachent pas simultanément.

La vérification de la conformité aux prescriptions des paragraphes 8.6.1, 8.6.2 et 8.6.3 est effectuée par examen et par les essais des articles 15, 16 et 17.

8.7 Disponible.

9. Changement de la tension primaire d'alimentation

Les transformateurs peuvent avoir une plage de tensions primaires assignées.

Les transformateurs fixes à plusieurs tensions primaires assignées doivent être construits de façon telle que le changement de tension ne soit pas possible sans l'aide d'un outil.

Lorsque les transformateurs peuvent être réglés sur plusieurs tensions primaires assignées, l'indication de la tension pour laquelle l'appareil est réglé doit être visible sur l'appareil prêt à être utilisé.

La vérification est effectuée par examen.

La prescription concernant le changement de tension est satisfaite s'il faut employer un outil pour enlever un capot avant de pouvoir changer la tension d'alimentation.

Where serrated tape is used, at least one additional layer shall be applied to reduce the risk of serrations of two adjacent layers coinciding.

8.6.2 Each winding shall, unless this is manifestly impracticable, follow a linear sequence of layers.

This requirement does not preclude the intermixing of turns of adjacent layers.

8.6.3 The last turn of each winding shall be retained by a positive means, for example by tape or a suitable bonding agent.

Where cheekless bobbins are used, the end turns of each layer shall be retained by a positive means. Each layer can, for example, be interleaved with adequate insulation material projecting beyond the end turns of each layer and, moreover:

- the winding(s) is(are) impregnated with hard-baking or cold-setting material, substantially filling the intervening spaces and effectively sealing-off the end turns, or
- the winding(s) is(are) held together by means of insulation material.

It is not expected that two independent fixings will become loose at the same time.

Compliance with requirements of Sub-clauses 8.6.1, 8.6.2 and 8.6.3 is checked by inspection and by the tests of Clauses 15, 16 and 17.

8.7 Void.

9. Change of input voltage setting

Transformers may have a rated supply voltage range.

Transformers with more than one rated supply voltage shall be so constructed that the voltage setting cannot be changed without the aid of a tool.

Transformers which can be set to different rated supply voltages shall be so constructed that the indication of the voltage to which the transformer is set is discernible on the transformer when it is ready for use.

Compliance is checked by inspection.

The requirement concerning the voltage setting is met if a tool is needed to remove a cover before the voltage setting can be changed.

10. Tension secondaire et courant secondaire en charge

10.1 Lorsque le transformateur est alimenté à la tension primaire assignée, à la fréquence assignée, et chargé avec une impédance qui donnerait la puissance assignée sous la tension secondaire assignée et, pour le courant alternatif, sous le facteur de puissance assignée, la tension secondaire ne doit pas différer de la valeur assignée de plus de:

- 10% pour la tension secondaire des transformateurs résistant aux courts-circuits par construction, à une seule tension secondaire assignée;
- 10% pour la tension secondaire la plus élevée des transformateurs résistant aux courts-circuits par construction, à plusieurs tensions secondaires assignées;
- 15% pour les autres tensions secondaires des transformateurs résistant aux courts-circuits par construction, à plusieurs tensions secondaires assignées;
- 5% pour les tensions secondaires des autres transformateurs.

Pour les transformateurs avec redresseurs, les valeurs du pourcentage ci-dessus sont à augmenter de 5.

La vérification de la conformité consiste à mesurer la tension secondaire lorsque l'état de régime est atteint, le transformateur étant alimenté à la tension primaire assignée, à la fréquence assignée et chargé avec une impédance qui donnerait la puissance assignée, sous la tension secondaire assignée et sous le facteur de puissance assignée.

Pour les transformateurs combinés avec un redresseur, la tension secondaire est mesurée aux bornes du circuit à courant continu à l'aide d'un voltmètre indiquant la valeur arithmétique moyenne, à moins que cette tension ne soit indiquée spécifiquement en valeur efficace (voir paragraphe 7.1).

Pour les transformateurs à plusieurs tensions primaires assignées, la prescription s'applique pour chacune des tensions primaires assignées.

Pour les transformateurs à un ou plusieurs enroulements secondaires à prises multiples, la prescription s'applique à la ou aux sections d'enroulement considérées individuellement, sauf s'il est indiqué que toutes les sections doivent être chargées simultanément.

10.2 Si la puissance assignée, la tension secondaire assignée, le courant secondaire assigné et le facteur de puissance assigné sont indiqués sur le transformateur, ces valeurs doivent être sensiblement en concordance les unes avec les autres.

La vérification de la conformité est effectuée par calcul.

10. Output voltage and output current under load

10.1 When the transformer is connected at rated supply voltage, at rated frequency, and loaded with an impedance which would give rated output at rated output voltage and, for a.c. current, at rated power factor, the output voltage shall not differ from the rated value by more than:

- 10% for the output voltage of inherently short-circuit proof transformers with one rated output voltage;
- 10% for the highest output voltage of inherently short-circuit proof transformers with more than one rated output voltage;
- 15% for the other output voltages of inherently short-circuit proof transformers with more than one rated output voltage;
- 5% for the output voltages of other transformers.

For transformers with rectifiers, the above percentage values are raised by 5.

Compliance is checked by measuring the output voltage when steady conditions are established, the transformer being connected to rated supply voltage, at rated frequency, and loaded with an impedance which would give rated output, at rated output voltage and rated power factor.

For transformers combined with a rectifier, the output voltage is measured at the terminals of the d.c. circuit by means of a voltmeter giving the arithmetical mean value, unless the effective (r.m.s.) value is specifically stated (see Sub-clause 7.1).

For transformers with more than one rated supply voltage, the requirement is applicable for each of the rated supply voltages.

For transformers with tapped or multiple output windings, the load is applied to individual tapped or multiple sections, unless it is declared that all sections should be loaded simultaneously.

10.2 If a transformer is marked with rated output, rated output voltage, rated output current and rated power factor, these values shall be substantially in agreement with each other.

Compliance is checked by calculation.

11. Tension secondaire à vide

Les spécifications correspondantes sont indiquées dans les sections particulières aux différents types de transformateurs.

Pour les transformateurs combinés avec un redresseur, les mesures des tensions secondaires sont effectuées à l'entrée et à la sortie du redresseur; la tension secondaire est mesurée aux bornes du circuit secondaire à l'aide d'un voltmètre indiquant la valeur moyenne arithmétique, à moins que cette tension ne soit indiquée en valeur efficace (voir paragraphe 7.1).

12. Tension de court-circuit

S'il existe une indication relative à la tension de court-circuit, la tension de court-circuit mesurée ne doit pas différer de plus de 20% de la valeur déduite de cette indication.

La vérification de la conformité consiste à mesurer la tension de court-circuit, le transformateur étant à la température ambiante.

13. Echauffements

- 13.1 Les transformateurs et leurs supports ne doivent pas atteindre en usage normal des températures excessives.

La vérification de la conformité est effectuée par l'essai du paragraphe 13.2. De plus, les dispositions suivantes sont applicables aux enroulements.

- 13.1.1 *Si le constructeur n'a ni spécifié quelle classe de matière a été utilisée ni indiqué de valeur pour t_a (voir paragraphe 2.46), et si l'échauffement mesuré ne dépasse pas la valeur donnée au tableau I pour les matières de la classe A, les essais du paragraphe 13.3 ne sont pas effectués.*

Toutefois, si l'échauffement mesuré dépasse la valeur donnée au tableau I pour les matériaux de la classe A, les parties actives (noyau et enroulements) du transformateur sont soumises aux essais du paragraphe 13.3; la température dans l'enceinte chauffante est choisie selon le tableau II. La valeur de l'échauffement à choisir dans le tableau II est la valeur immédiatement supérieure à la valeur de l'échauffement mesuré.

- 13.1.2 *Si le constructeur n'a pas spécifié quelle classe de matière a été utilisée, mais s'il a indiqué une valeur de t_a et si l'échauffement mesuré ne dépasse pas la valeur donnée au tableau I pour les matières de la classe A, compte tenu de la valeur de t_a (voir paragraphe 13.2), les essais du paragraphe 13.3 ne sont pas effectués.*

Toutefois, si l'échauffement mesuré, compte tenu de la valeur de t_a , dépasse la valeur donnée au tableau I pour les matières de la classe A, les parties actives (noyau et enroulements) du transformateur sont soumises aux essais du paragraphe 13.3. La température de l'enceinte chauffante est choisie selon le tableau II, compte tenu de la valeur de t_a . La valeur de l'échauffement à choisir dans le tableau II est la valeur immédiatement supérieure à la valeur de l'échauffement calculé.

11. No-load output voltage

The relevant specifications are given in the sections for the different types of transformers.

For transformers combined with a rectifier, the output voltages are measured on both sides of the rectifier; the output voltage is measured at the terminals of the circuit with a voltmeter giving the arithmetic mean value, unless the effective (r.m.s.) value is specifically stated (see Sub-clause 7.1).

12. Short-circuit voltage

If there is a marking for short-circuit voltage, the short-circuit voltage measured shall not deviate by more than 20% from the value calculated from this marking.

Compliance is checked by measuring the short-circuit voltage, the transformer being at room temperature.

13. Heating

13.1 Transformers and their supports shall not attain excessive temperature in normal use.

Compliance is checked by the test of Sub-clause 13.2. Moreover, the following requirements apply to the windings.

13.1.1 If the manufacturer has neither stated which classified material has been used, nor stated any value of t_a (see Sub-clause 2.46) and the measured temperature rise does not exceed the value given in Table I for Class A material, the tests of Sub-clause 13.3 are not made.

However, if the measured temperature rise exceeds the value given in Table I for Class A material, the active parts of transformers (core and windings) are submitted to the tests of Sub-clause 13.3. The temperature of the heating cabinet is chosen according to Table II. The temperature rise value to be chosen in Table II is the next highest value to the measured temperature rise value.

13.1.2 If the manufacturer has not stated which classified material has been used but has stated a value of t_a , and the measured temperature rise does not exceed the value given in Table I for Class A material, taking the value of t_a into account (see Sub-clause 13.2), the tests of Sub-clause 13.3 are not made.

However, if the measured temperature rise, taking the value of t_a into account, exceeds the value given in Table I for Class A material, the active parts of transformers (core and windings) are submitted to the tests of Sub-clause 13.3. The temperature of the heating cabinet is chosen according to Table II, taking the value of t_a into account. The temperature rise value to be chosen in Table II is the next highest value to the calculated temperature rise value.

- 13.1.3 Si le constructeur a spécifié quelle classe de matière a été utilisée mais n'a pas indiqué de valeur pour t_a , et si l'échauffement mesuré ne dépasse pas la valeur appropriée donnée au tableau I, les essais du paragraphe 13.3 ne sont pas effectués.

Toutefois, si l'échauffement mesuré dépasse la valeur donnée au tableau I, le transformateur est considéré comme non conforme aux règles de cet article 13.

- 13.1.4 Si le constructeur a spécifié quelle classe de matière a été utilisée, s'il a indiqué une valeur de t_a et si l'échauffement mesuré ne dépasse pas la valeur appropriée donnée au tableau I, compte tenu de la valeur de t_a , les essais du paragraphe 13.3 ne sont pas effectués.

Toutefois, si l'échauffement mesuré, compte tenu de la valeur de t_a , dépasse la valeur donnée dans le tableau I, le transformateur est considéré comme non conforme aux règles de cet article 13.

- 13.2 Les échauffements sont déterminés dans les conditions suivantes, lorsque l'état de régime est atteint.

L'essai d'échauffement et les mesures sont effectués dans une enceinte complètement fermée, sans courant d'air et ayant des dimensions telles que les résultats d'essais n'en soient pas influencés. Si la caractéristique t_a assignée du transformateur dépasse 50 °C, la température de la pièce pendant l'essai ne doit pas être inférieure de plus de 5 °C au t_a assigné et de préférence égale à cette caractéristique t_a assignée.

Les transformateurs mobiles sont placés sur un support en contre-plaqué, peint en noir mat; les transformateurs fixes sont installés comme en usage normal, sur un support en contre-plaqué peint en noir mat. Les supports ont approximativement 20 mm d'épaisseur et des dimensions qui dépassent d'au moins 200 mm la projection orthogonale du spécimen sur le support.

Les transformateurs d'indice de protection autre que IP00 sont essayés avec leur enveloppe.

Les transformateurs d'indice de protection IP00, dont l'utilisation n'est pas connue, sont essayés sans enveloppe.

Les connexions des transformateurs avec des fixations de type M, Y et Z doivent subir les essais du point b) du paragraphe 22.3 avant l'essai d'échauffement.

Les transformateurs sont alimentés sous la tension primaire assignée et chargés avec une impédance qui donnerait la puissance assignée sous la tension assignée et, pour le courant alternatif, sous le facteur de puissance assigné; la tension d'alimentation est ensuite augmentée de 6%. Après cette augmentation de la tension, aucune modification n'est apportée au circuit.

Les transformateurs associés sont mis en fonctionnement dans les conditions qui se présentent lorsque l'appareil ou l'équipement fonctionne dans les conditions de charge normale indiquées dans les spécifications. Si la conception de l'appareil ou de l'équipement est telle que le transformateur peut fonctionner à vide, l'essai est répété dans les conditions de marche à vide.

- 13.1.3 If the manufacturer has stated which classified material has been used but has not stated any value of t_a , and the measured temperature rise does not exceed the relevant value given in Table I, the tests of Sub-clause 13.3 are not made.

However, if the measured temperature rise exceeds the value given in Table I, the transformer is deemed not to comply with the requirements of this Clause 13.

- 13.1.4 If the manufacturer has stated which classified material has been used and has stated a value of t_a , and the measured temperature rise does not exceed the relevant value given in Table I, taking the value of t_a into account, the tests of Sub-clause 13.3 are not made.

However, if the measured temperature rise, taking the value of t_a into account, exceeds the value given in Table I, the transformer is deemed not to comply with the requirements of this Clause 13.

- 13.2 Temperature rises are determined under the following conditions when steady state is established.

The test and the measurements are made in a draught-free location having dimensions such that the test results are not influenced. If the t_a rating of the transformer exceeds 50 °C, the room temperature during the test shall be within 5 °C of the t_a rating and shall preferably be at the t_a rating.

Portable transformers are placed on a dull black painted plywood support; stationary transformers are mounted as in normal use, on a dull black painted plywood support. The support is approximately 20 mm thick and has dimensions which are at least 200 mm in excess of those of the orthogonal projection of the specimen on the support.

Transformers with a protection index other than IP00 are tested in their enclosure.

Transformers with a protection index IP00, the application of which is not known, are tested without enclosure.

Transformers with terminals for type M, Y and Z attachments shall have the connections subjected to the test of Item b) of Sub-clause 22.3 before the heating test is carried out.

Transformers are connected to rated supply voltage and loaded with an impedance which would give rated output, at rated output voltage and, for a.c. current, at rated power factor; then the supply voltage is increased by 6%. After this voltage increase, no change is made in the circuit.

Associated transformers are operated under the conditions occurring when the appliance or other equipment is operated under the conditions of normal use indicated in the relevant specification. If the design of the appliance or other equipment is such that the transformer can be operated without load, the test is repeated under no-load conditions.

Les échauffements des enroulements sont déterminés par variation de résistance. Les autres échauffements sont déterminés au moyen de couples thermoélectriques choisis et disposés de façon à réduire au minimum leur influence sur la température de la partie à essayer.

Pour déterminer les échauffements des enroulements, la température ambiante est mesurée à une distance du spécimen telle que la lecture de cette température ne puisse être influencée par l'appareil en essai. A ce point, la température de l'air ne doit pas varier de plus de 10 °C pendant l'essai.

Les couples thermoélectriques employés pour déterminer l'échauffement de la surface des supports sont fixés sur la face intérieure de plaquettes en cuivre ou laiton noircies, encastrées, de niveau avec la surface.

L'échauffement de l'isolation électrique (autre que celle des enroulements) est déterminé à la surface de l'isolation, aux endroits où un défaut pourrait provoquer un court-circuit, établir un contact entre les parties actives et les parties métalliques accessibles ou réduire les lignes de fuite ou les distances dans l'air au-dessous des valeurs spécifiées à l'article 25.

Pendant l'essai:

- pour les transformateurs sans marquage t_a , les échauffements ne doivent pas dépasser les valeurs indiquées dans le tableau I;
- pour les transformateurs avec marquage t_a , la somme de l'échauffement et de la valeur t_a ne doit pas dépasser les valeurs indiquées dans le tableau I augmentées de 25 °C.

Exemple: Echauffement admissible des enroulements pour:

a) transformateurs $t_a = +35$ °C, matière classe A

$$\Delta t + 35 \leq 75 + 25$$

$$\Delta t \leq 65 \text{ K}$$

b) transformateurs $t_a = -10$ °C, matière classe E

$$\Delta t + (-10) \leq 90 + 25$$

$$\Delta t \leq 125 \text{ K}$$

De plus, les connexions électriques ne doivent pas s'être desserrées, les lignes de fuite et distances d'isolement ne doivent pas être réduites au-dessous des valeurs prescrites à l'article 25, la matière de remplissage ne doit pas s'être écoulée et les dispositifs de protection contre les surcharges ne doivent pas fonctionner.

The temperature rise of windings are determined by the resistance method. Other temperature rises are determined by means of thermocouples so chosen and positioned that they have the minimum effect on the temperature of the part under test.

When determining the temperature rise of windings, the ambient temperature is measured at such a distance from the specimen as not to influence the temperature reading. At this point, the temperature of the air shall not vary by more than 10 °C during the test.

Thermocouples used for determining the temperature rise of the surface of supports are attached to the back of small blackened discs of copper or brass which are flush with the surface.

The temperature rise of electrical insulation (other than that of windings) is determined on the surface of the insulation at places where failure could establish a contact between live parts and accessible metal parts, or a reduction of creepage distances or clearances below the values specified in Clause 25.

During the test:

- for transformers without a t_a marking, the temperature rise shall not exceed the values shown in Table I;
- for transformers with a t_a marking, the sum of the temperature rise and t_a shall not exceed the sum of the values shown in Table I and 25°C.

Example: allowed temperature rise of windings for:

a) transformer $t_a = +35$ °C, Class A material

$$\Delta t + 35 \leq 75 + 25$$

$$\Delta t \leq 65 \text{ K}$$

b) transformer $t_a = -10$ °C, Class E material

$$\Delta t + (-10) \leq 90 + 25$$

$$\Delta t \leq 125 \text{ K}$$

Also, the electrical connections shall not work loose, creepage distances and clearances shall not be reduced to less than the values specified in Clause 25, sealing compound shall not flow out and overload protection devices shall not operate.

TABLEAU I

Valeurs des échauffements en usage normal

Parties	Echauffements K
Enroulements (bobines et noyaux en contact avec celles-ci), si l'isolation des enroulements est:	
- en matière de la classe A ¹⁾	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
- en autre matière ²⁾	-
Enveloppes extérieures ³⁾ de transformateurs fixes	60
Enveloppes extérieures ³⁾ , poignées et organes analogues de transformateurs mobiles:	
- si, en usage normal, ces parties sont tenues de façon continue:	
. en métal	30
. en autre matière	50
- si, en usage normal, ces parties ne sont pas tenues de façon continue:	
. en métal	35
. en autre matière	60
Bornes pour conducteurs externes et bornes d'interrupteurs	45
Enveloppe isolante des conducteurs internes et externes ⁴⁾	
- en caoutchouc	40
- en polychlorure de vinyle	50
Parties dont la détérioration pourrait affecter la sécurité:	
- en caoutchouc (autre que l'enveloppe isolante des conducteurs)	50
- en phénol-formaldéhyde	80
- en urée-formaldéhyde	60
- en papier et tissu imprégnés	60
- en bois imprégné	60
- en polychlorure de vinyle (autre que l'enveloppe isolante des conducteurs), polystyrène et matières thermoplastiques analogues	40
- en toile vernie	50
Supports	60

1) La classification des matières est conforme à la Publication 85 de la CEI.

2) Si des matériaux autres que ceux spécifiés dans la Publication 85 de la CEI sous la dénomination A, E, B, F et H sont utilisés, ils doivent satisfaire aux essais du paragraphe 13.3.

3) Si un élément quelconque constitue une partie de la surface externe du transformateur, l'échauffement de cet élément ne doit pas dépasser la valeur spécifiée pour l'enveloppe extérieure appropriée.

4) Les qualités des isolations en caoutchouc ou en polychlorure de vinyle sont celles définies respectivement par les Publications 227 et 245 de la CEI.

S'il est fait usage d'autres matières, elles ne doivent pas être exposées à des températures supérieures à celles qu'on peut prouver admissibles pour ces matières.

TABLE I

Values of temperature rises in normal use

Parts	Temperature rise (K)
Windings (bobblins and laminations in contact therewith), if the winding insulation is:	
- of Class A material ¹⁾	75
- of Class E material	90
- of Class B material	95
- of Class F material	115
- of Class H material	140
- of other material ²⁾	-
External enclosures ³⁾ of stationary transformers	60
External enclosures ³⁾ , handles and the like of portable transformers:	
- if, in normal use, these parts are continuously held:	
. of metal	30
. of other material	50
- if, in normal use, these parts are not continuously held:	
. of metal	35
. of other material	60
Terminals for external conductors and terminals of switches	45
Insulation of internal and external wiring ⁴⁾	
- of rubber	40
- of polyvinyl chloride	50
Parts the deterioration of which could affect safety ⁴⁾ :	
- of rubber (other than insulation of wiring)	50
- of phenol-formaldehyde	80
- of urea-formaldehyde	60
- of impregnated paper and fabric	60
- of impregnated wood	60
- of polyvinyl chloride (other than insulation of wiring), polystyrene and similar thermoplastic material	40
- of varnished cambric	50
Supports	60

1) The material classification is in accordance with IEC Publication 85.

2) If other materials than those specified in IEC Publication 85 under A, E, B, F and H are used, they shall withstand the test of Sub-clause 13.3.

3) If any component is part of the external surface of the transformer, the temperature rise of that component must not exceed the value specified for the appropriate external enclosure.

4) The grades of rubber and polyvinyl chloride insulation are those covered by IEC Publications 227 and 245, respectively.

If other materials are used, they shall not be exposed to temperatures in excess of those which have been proved permissible for these materials.

Les valeurs du tableau sont basées sur une température ambiante ne dépassant pas habituellement 25 °C, mais pouvant atteindre occasionnellement 35 °C.

Les températures des enroulements sont basées sur celles de la Publication 85 de la CEI, mais elles ont été ajustées pour tenir compte du fait que, dans ces essais, les températures sont des températures moyennes et non des températures de point chaud.

Immédiatement après l'essai, le spécimen doit satisfaire à un essai diélectrique identique à celui spécifié au paragraphe 17.3, la tension d'essai étant appliquée entre les enroulements primaires et secondaires seulement.

Pour les transformateurs de la classe I, on prend soin que les autres isolations ne soient pas soumises à une tension dépassant la valeur correspondante spécifiée au paragraphe 17.3.

Il est recommandé d'effectuer les mesures séparément sur chaque enroulement et de déterminer la résistance des enroulements à la fin de l'essai, en effectuant des mesures de résistance aussi tôt que possible après ouverture du circuit, puis à des intervalles rapprochés de façon à pouvoir tracer une courbe de variation de la résistance en fonction du temps permettant de déterminer la résistance au moment de l'ouverture du circuit.

Pour les transformateurs à plusieurs enroulements secondaires ou à enroulement secondaire à prises multiples, les résultats à considérer sont ceux qui conduisent à l'échauffement le plus élevé.

La valeur de l'échauffement d'un enroulement est calculée à partir de la formule:

$$\Delta t = \frac{R_2 - R_1}{R_1} (x + t_1) - (t_2 - t_1)$$

avec:

x = 234,5 pour le cuivre
x = 225 pour l'aluminium

et dans laquelle:

Δt est l'échauffement, au-dessus de t_2

R_1 est la résistance au début de l'essai, à la température t_1

R_2 est la résistance à la fin de l'essai, quand les conditions d'équilibre ont été atteintes

t_1 est la température de la pièce au début de l'essai

t_2 est la température de la pièce à la fin de l'essai.

Au début de l'essai, les enroulements doivent être à la température ambiante.

The values in the table are based on an ambient temperature not normally exceeding 25 °C, but occasionally reaching 35 °C.

The winding temperatures are based on IEC Publication 85, but have been adjusted to take into account the fact that, in these tests, the temperatures are mean and not hot-spot values.

Immediately after the test, the specimen shall withstand an electric strength test as specified in Sub-clause 17.3, the test voltage being applied between input and output windings only.

For Class I transformers, care is taken that other insulation is not stressed by a voltage exceeding the relevant value specified in Sub-clause 17.3.

It is recommended that the measurements be made on each winding separately and that the resistance of windings at the end of the test be determined by taking resistance measurements, as soon as possible after switching off and then at short intervals, so that a curve of resistance against time can be plotted to ascertain the resistance at the instant of switching off.

For transformers with more than one output winding or a tapped output winding, the results to be considered are those showing the greatest temperature rise.

The value of the temperature rise of a winding is calculated from the formula:

$$\Delta t = \frac{R_2 - R_1}{R_1} (x + t_1) - (t_2 - t_1)$$

with:

$x = 234,5$ for copper

$x = 225$ for aluminium

and where:

Δt is the temperature rise, above t_2

R_1 is the resistance at the beginning of the test, at temperature t_1

R_2 is the resistance at the end of the test, when steady conditions have been established

t_1 is the room temperature at the beginning of the test

t_2 is the room temperature at the end of the test.

At the beginning of the test, the windings shall be at room temperature.

13.3 S'il y a lieu (voir paragraphe 13.1), les parties actives du transformateur (noyau et enroulements) sont soumis à l'essai cyclique ci-après, chaque cycle étant constitué par un essai à la chaleur, un essai à l'humidité et un essai de vibration. Les mesures sont faites après chaque cycle.

Le nombre de spécimens est celui indiqué au paragraphe 4.2 (trois spécimens supplémentaires). Les spécimens sont soumis à dix cycles d'essai.

13.3.1 Essai à la chaleur

Les spécimens sont maintenus dans une enceinte de chaleur pendant le temps et à la température spécifiés dans le tableau II et en fonction du type d'isolation.

La température dans l'enceinte doit être maintenue avec une tolérance de ± 3 °C.

TABLEAU II
Température et temps d'essais (en jours) par cycle

Température d'essai °C	Echauffement (K) des systèmes d'isolation (basé sur une température ambiante de 25 °C pouvant atteindre occasionnellement 35 °C)				
	75	90	95	115	140
220 210 200 190 180 170 160 150 140 130 120					4 7 14
				4 7 14	
		4 7	4 7		
	4 7				
Classification temporaire applicable seulement pour les essais de l'article 14	A	E	B	F	H

13.3.2 Essai d'humidité

Les spécimens sont soumis pendant deux jours (48 h) à l'essai d'humidité prévu au paragraphe 16.2.

13.3.3 Essai de vibration

L'axe des enroulements étant vertical, les spécimens sont soumis pendant 1 h à un essai de vibration, à la fréquence assignée et provoquant une accélération maximale de 1,5 g.

13.3 When applicable (see Sub-clause 13.1), the active parts of the transformer (core and windings) are subjected to the following cycling test, each cycle consisting of a heat run, a moisture treatment and a vibration test. Measurements are made after each cycle.

The number of specimens is as indicated in Sub-clause 4.2 (three additional specimens). The specimens are subjected to ten test cycles.

13.3.1 Heat run

Depending on the type of insulation, the specimens are kept in a heating cabinet for the time and the temperature specified in Table II.

The temperature in the heating cabinet is maintained within a tolerance of ± 3 °C.

TABLE II
Test temperature and testing time (in days) per cycle

Test temperature °C	Temperature rise (K) for the insulation system (based on an ambient temperature of 25 °C, occasionally reaching 35 °C)				
	75	90	95	115	140
220					4
210					7
200					14
190				4	
180				7	
170				14	
160			4		
150		4	7		
140		7			
130	4				
120	7				
Temporary classification assigned for the tests of Clause 14 only	A	E	B	F	H

13.3.2 Moisture treatment

The specimens are submitted for two days (48 h) to a moisture treatment according to Sub-clause 16.2.

13.3.3 Vibration test

With the axis of the windings vertical, the specimens are submitted for 1 h to a vibration test, exerting a maximum acceleration of 1,5 g at rated frequency.

13.3.4 Mesures

Après chaque cycle, la résistance d'isolement est mesurée selon les paragraphes 17.1 et 17.2. Un essai diélectrique selon les paragraphes 17.3 et 17.4 est effectué. Après les essais à la chaleur, les spécimens peuvent être ramenés à la température ambiante avant l'exécution de l'essai d'humidité.

Les valeurs de la tension d'essai diélectrique prévues à l'article 17 sont toutefois réduites à 35% de leurs valeurs spécifiées et les temps d'essais doublés, à l'exception de l'essai selon le paragraphe 17.4 qui doit être fait avec une tension d'essai d'au moins 1,2 fois la tension primaire assignée. Un spécimen est considéré comme ne satisfaisant pas à l'essai entre spires si le courant à vide ou la composante ohmique du courant à vide diffère de la valeur correspondante, obtenue lors de la première mesure, de plus de 30%. Si après l'achèvement de tous les 10 cycles, un ou plusieurs spécimens sont défectueux, le transformateur est considéré comme ne satisfaisant pas à l'essai d'endurance.

Dans le cas où un seul spécimen est défectueux en raison d'un claquage entre spires d'un enroulement, cela n'est pas considéré comme une défaillance pour l'essai d'endurance. L'essai peut être continué avec les deux spécimens restants.

14. Protection contre les courts-circuits et les surcharges

14.1 Les transformateurs ne doivent pas devenir dangereux en cas de courts-circuits et de surcharges qui peuvent se produire en usage normal.

La vérification de la conformité est effectuée par examen et par les essais suivants qui sont effectués immédiatement après l'essai prévu au paragraphe 13.2 sans changer la position des transformateurs, à 1,06 fois la tension primaire assignée ou, pour les transformateurs résistants aux courts-circuits par dispositif incorporé, à une quelconque valeur de la tension d'alimentation comprise entre 0,94 et 1,06 fois la tension primaire assignée:

- pour les transformateurs résistants aux courts-circuits par construction, par les essais du paragraphe 14.2;
- pour les transformateurs résistants aux courts-circuits par dispositif incorporé, par les essais du paragraphe 14.3;
- pour les transformateurs munis de coupe-circuit thermiques sans réenclenchement automatique qui ne peuvent être ni réarmés ni remplacés, par les essais du paragraphe 14.5, comme s'ils étaient du type non dangereux en cas de défaillance;
- pour les transformateurs non résistants aux courts-circuits, par les essais du paragraphe 14.4;
- pour les transformateurs non dangereux en cas de défaillance, par les essais du paragraphe 14.5;

13.3.4 Measurements

After each cycle the insulation resistance is measured according to Sub-clauses 17.1 and 17.2. An electric strength test according to Sub-clauses 17.3 and 17.4 is made. After the heat runs, the specimens are allowed to cool down to ambient temperature before the moisture treatment is made.

The values of the test voltage for the dielectric test according to Clause 17 are, however, reduced to 35% of the specified values and the testing times doubled, except that the windings test according to Sub-clause 17.4 shall be made with a test voltage of at least 1,2 times rated supply voltage. A specimen is considered not to comply with the windings test if the no-load current or the ohmic component of the no-load input deviates from the corresponding value, obtained during the first measurement, by more than 30%. If after the completion of all 10 cycles, one or more specimens have failed, the transformer is considered as not complying with the endurance test.

In the case of one specimen failing due to breakdown between the turns of a winding, this is not considered to be a failure of the endurance test. The test can be continued with the remaining two specimens.

14. Short-circuit and overload protection

14.1 Transformers shall not become unsafe due to short circuits and overloads which may occur in normal use.

Compliance is checked by inspection and by the following tests which are made immediately after the test according to Sub-clause 13.2 without the position of the transformer being changed, at 1,06 times rated supply voltage, or, for non-inherently short-circuit proof transformers, at any value of the supply voltage between 0,94 and 1,06 times rated supply voltage:

- *for inherently short-circuit proof transformers, by the tests of Sub-clause 14.2;*
- *for non-inherently short-circuit proof transformers, by the tests of Sub-clause 14.3;*
- *for transformers provided with non-self-resetting thermal cut-outs which can be neither reset nor replaced, by the tests of Sub-clause 14.5, as if they were of the fail-safe type;*
- *for non-short-circuit proof transformers, by the tests of Sub-clause 14.4;*
- *for fail-safe transformers, by the tests of Sub-clause 14.5;*

- pour les transformateurs combinés avec un redresseur, les essais des paragraphes 14.2 ou 14.3 sont effectués deux fois, une fois avec le court-circuit appliqué d'un côté du redresseur et ensuite avec le court-circuit appliqué de l'autre côté du redresseur;
- pour les transformateurs à plusieurs enroulements secondaires ou à enroulement secondaire à prises multiples, les résultats à prendre en considération sont ceux qui conduisent à l'échauffement le plus élevé. Dans le premier cas, tous les enroulements destinés à être chargés en même temps sont chargés à leur puissance assignée et le court-circuit est établi sur l'enroulement secondaire choisi.

Pour les essais des paragraphes 14.2, 14.3 et 14.4, les échauffements ne doivent pas dépasser les valeurs données dans le tableau III.

TABLEAU III
Valeurs des échauffements en cas de court-circuit ou de surcharge

Classification de l'isolement	A	E	B	F	H
Types de protection:	Echauffement (K)				
- enroulement protégé par construction	125	140	150	165	185
- enroulement protégé par un dispositif de protection:					
. pendant la première heure ou, pour les fusibles de courant assigné dépassant 63 A, pendant les deux premières heures a)	175	190	200	215	235
. après la première heure, valeur de crête b)	150	165	175	190	210
. après la première heure, valeur arithmétique moyenne b)	125	140	150	165	185
Enveloppes extérieures (qui peuvent être touchées avec le doigt d'essai)			80		
Isolation caoutchouc des enroulements			60		
Isolation p.v.c. des enroulements			60		
Socle (par exemple point quelconque sur la surface de contre-plaqué en pin couverte par le transformateur)			80		

a) Après les essais du paragraphe 14.3.3, ces valeurs peuvent être dépassées en raison de l'inertie thermique du transformateur.

b) Ne s'applique pas aux essais du paragraphe 14.3.3.

14.2 Les transformateurs résistant aux courts-circuits par construction sont essayés en court-circuitant les enroulements secondaires jusqu'à ce que les conditions d'équilibre soient atteintes.

14.3 Les transformateurs résistant aux courts-circuits par dispositif incorporé sont essayés comme suit:

- for transformers combined with a rectifier, the tests of Sub-clause 14.2 or 14.3 are made twice, once with the short-circuit applied on one side of the rectifier and again with the short-circuit applied at the other side of the rectifier;
- for transformers with more than one output winding or a tapped output winding, the results to be considered are those showing the greatest temperature rise. In the first case all windings which are intended to be loaded at the same time are loaded at rated output and then the short-circuit is made on the chosen output winding.

For the tests of Sub-clauses 14.2, 14.3 and 14.4, the temperature rises shall not exceed the values given in Table III.

TABLE III
Maximum values of temperature rises
under short-circuit or overload conditions

Insulation classification	A	E	B	F	H
Type of protection:	Maximum temperature rise (K)				
- winding protected inherently	125	140	150	165	185
- winding protected by protective device:					
. during first hour or, for fuses having a rated current exceeding 63 A, during the first 2 h a)	175	190	200	215	235
. after first hour, peak value b)	150	165	175	190	210
. after first hour, arithmetic mean value b)	125	140	150	165	185
External enclosures (which may be touched with the standard test finger)			80		
Rubber insulation of wiring			60		
PVC insulation of wiring			60		
Supports (i.e. any area on the pine plywood surface covered by the transformer)			80		

a) After the tests of Sub-clause 14.3.3 these values may be exceeded due to the thermal inertia of the transformer.

b) Does not apply to the tests of Sub-clause 14.3.3

14.2 Inherently short-circuit proof transformers are tested by short-circuiting the output windings until steady-state conditions are reached.

14.3 Non-inherently short-circuit proof transformers are tested as follows:

14.3.1 Les bornes secondaires sont mises en court-circuit. Le dispositif de protection contre les surcharges incorporé doit fonctionner avant que l'échauffement ne dépasse les valeurs indiquées dans le tableau III pour toute valeur de la tension d'alimentation comprise entre 0,94 et 1,06 fois la tension primaire assignée.

14.3.2 Si la protection est assurée par un fusible conforme aux Publications 269-2 et 269-3 de la CEI, ou techniquement équivalent, le transformateur est chargé avec un courant égal à k fois le courant marqué sur le transformateur comme courant assigné de l'élément de remplacement du fusible de protection, où k a la valeur indiquée dans le tableau IV.

TABLEAU IV

Valeur indiquée comme courant assigné de l'élément de remplacement du fusible de protection I_n A	k
Série I (gI)	
$I_n \leq 4$	2,1
$4 < I_n \leq 10$	1,9
$10 < I_n \leq 25$	1,75
$25 < I_n \leq 100$	1,6
Série II (gII)	
$I_n = 3$ ou 13	1,9
$I_n < 100$	1,6

Le courant est maintenu 1 h pour les fusibles de courant assigné inférieur ou égal à 63 A et 2 h pour les fusibles de courant assigné supérieur à 63 A.

14.3.3 Si la protection est assurée par des fusibles miniatures conformes à la Publication 127 de la CEI ou par des fusibles techniquement équivalents, le transformateur est chargé pendant 30 min avec un courant égal à 2,1 fois la valeur du courant assigné du fusible.

14.3.4 Si la protection est assurée par un dispositif contre les surcharges autre qu'un fusible, le transformateur est chargé avec un courant égal à 0,95 fois la valeur du courant la moins élevée qui provoque le fonctionnement du dispositif, jusqu'à ce que les conditions d'équilibre soient atteintes.

14.3.5 Pour les essais des paragraphes 14.3.2 et 14.3.3, l'élément de remplacement du fusible est remplacé par une connexion d'impédance négligeable.

- 14.3.1 *The output terminals are short-circuited. The incorporated overload protection device shall operate before the temperature rise exceeds the values shown in Table III for any value of the supply voltage between 0,94 and 1,06 times rated supply voltage.*
- 14.3.2 *If protected by a fuse in accordance with IEC Publication 269-2 or 269-3, or a technically equivalent fuse, the transformer is loaded with a current equal to k times the current marked on the transformer as the rated current of the protecting fuse-link, where k has the value shown in Table IV.*

TABLE IV

Value marked as rated current of protecting fuse-link I_n A	k
Series I (gI)	
$I_n \leq 4$	2,1
$4 < I_n \leq 10$	1,9
$10 < I_n \leq 25$	1,75
$25 < I_n \leq 100$	1,6
Series II (gII)	
$I_n = 3$ or 13	1,9
$I_n < 100$	1,6

The current is maintained for 1 h for fuse-links up to and including 63 A and 2 h for fuse-links above 63 A.

- 14.3.3 *If protected by miniature fuses in accordance with IEC Publication 127 or by a technically equivalent fuse, the transformer is loaded for 30 min with a current equal to 2,1 times the value of the rated current of the fuse.*
- 14.3.4 *If protected by an overload protection device other than a fuse, the transformer is loaded by a current equal to 0,95 times the value of the lowest current which causes the device to operate, until steady-state conditions are reached.*
- 14.3.5 *For the tests of Sub-clauses 14.3.2 and 14.3.3, the fuse-link is replaced by a link of negligible impedance.*

Pour les essais du paragraphe 14.3.4, les courants d'essai sont établis à la température ambiante en commençant à 1,1 fois le courant assigné de déclenchement et en le diminuant progressivement par paliers de 2% jusqu'à ce que soit atteinte la valeur du courant pour laquelle le dispositif de protection contre les surcharges ne fonctionne pas.

Si on utilise des fusibles thermiques, le courant d'essai de l'un des spécimens sera augmenté par paliers de 5%. Après chaque palier, on doit attendre que le transformateur ait atteint son état d'équilibre. L'opération doit être continuée jusqu'à ce que le fusible thermique fonde. La valeur du courant sera alors relevée. L'essai est répété sur les autres spécimens avec un courant égal à 0,95 fois la valeur notée.

- 14.4 Les transformateurs non protégés contre les courts-circuits sont chargés comme indiqué au paragraphe 14.3. Le dispositif de protection spécifié par le constructeur est inséré dans le circuit primaire ou secondaire.**

Les transformateurs associés, non protégés contre les courts-circuits, sont essayés dans les conditions les plus défavorables en usage normal, le dispositif de protection spécifié par le constructeur étant inséré dans le circuit primaire ou dans le circuit secondaire, et dans les conditions de charge les plus défavorables pour le type d'appareil ou de circuit pour lequel le transformateur a été prévu. Comme exemples de conditions de charges défavorables, on peut citer le fonctionnement permanent, intermittent ou temporaire.

- 14.5 Transformateurs non dangereux en cas de défaillance**

- 14.5.1** Trois spécimens supplémentaires sont utilisés pour le seul essai ci-après. Les transformateurs utilisés pour les autres essais ne sont pas soumis à cet essai.

Chacun des trois spécimens est monté comme à l'usage normal sur une surface de contre-plaqué, d'épaisseur 20 mm et peinte en noir mat. Chaque transformateur est alimenté sous 1,06 fois la tension primaire assignée. L'enroulement secondaire qui présente l'échauffement le plus élevé pendant l'essai du paragraphe 13.2 étant initialement chargé à 1,5 fois le courant secondaire assigné (ou, si cela n'est pas possible, à la valeur maximale du courant secondaire que l'on peut obtenir) jusqu'à ce que l'état d'équilibre soit atteint ou que le transformateur soit défaillant selon ce qui advient en premier.

Si le transformateur est défaillant, il doit, pendant et après les essais, répondre aux critères du paragraphe 14.5.2.

Si le transformateur n'est pas défaillant, le temps pour atteindre l'état d'équilibre est noté et l'enroulement secondaire choisi est court-circuité. L'essai est poursuivi jusqu'à ce que le transformateur soit défaillant. Pour chaque spécimen, la durée de cette partie de l'essai ne doit pas être plus longue que le temps nécessaire pour atteindre l'état d'équilibre, mais sans dépasser 5 h.

Le transformateur doit devenir défaillant sans danger et répondre, pendant et après les essais, aux critères du paragraphe 14.5.2.

For the tests of Sub-clause 14.3.4, the test current is obtained at ambient temperature, commencing at 1,1 times the rated tripping current, which is slowly decreased in steps of 2% until the current value is obtained for which the overload protection device does not operate.

If thermal fuses are used, the test current of one specimen shall be increased in steps of 5%. After each step, the transformer shall reach steady-state conditions. This is continued until the thermal fuse-link operates. This current value is noted. The test is repeated with the other specimens using 0,95 times the noted value.

- 14.4 Non-short-circuit proof transformers are loaded as indicated in Sub-clause 14.3. The correct protective device specified by the manufacturer is fitted to the relevant input or output circuit.*

Associated non-short-circuit proof transformers are tested under the most unfavourable conditions of normal use with the correct protective device specified by the manufacturer fitted in the input or output circuit, and in the most unfavourable load conditions for the type of equipment or circuit for which the transformer is designed. Examples of unfavourable load conditions may be continuous, short-time or intermittent.

14.5 Fail-safe transformers

- 14.5.1 Three additional specimens are used only for the following test. Transformers used in the other tests are not subjected to this test.*

Each of the three specimens is mounted as for normal use on a 20 mm thick dull black painted plywood surface. Each transformer is operated at 1,06 times the rated primary voltage, the output winding which produced the highest temperature rise during the test of Sub-clause 13.2 being initially loaded with 1,5 rated output current (or if this is not possible, the maximum value of the output current obtainable) until steady-state conditions are reached or the transformer fails (whichever occurs first).

If the transformer fails, it shall comply, during and after the tests with the criteria given in Sub-clause 14.5.2.

If the transformer does not fail, the time to reach steady-state conditions is noted and the chosen output winding is then short-circuited. The test is continued until the transformer fails. Each specimen shall do so within a time, for this part of the test, no longer than that necessary to attain steady-state conditions, but not exceeding 5 h.

The transformers shall fail safely and comply, during and after the tests, with criteria given in Sub-clause 14.5.2.

14.5.2 A tout moment, pendant les essais du paragraphe 14.5.1:

- l'échauffement d'une partie quelconque de l'enveloppe des transformateurs qui peut être touchée par le doigt d'essai ne doit pas dépasser 150 K;
- l'échauffement du support en contre-plaqué ne doit en aucun endroit dépasser 100 K;
- les transformateurs ne doivent pas émettre de flammes, de matière fondue, de particules incandescentes ou de gouttes brûlantes de matière isolante.

Après l'essai du paragraphe 14.5.1 et après refroidissement à la température ambiante:

- les transformateurs doivent résister à un essai de rigidité diélectrique, la tension d'essai étant égale à 35% des valeurs indiquées à l'article 17, tableau VI. L'essai est effectué entre primaire et masse pour tous les types de transformateurs et entre primaire et secondaire pour les transformateurs à enroulements séparés.
- les enveloppes, s'il y a lieu, ne doivent pas présenter d'orifices permettant la pénétration du doigt d'essai normalisé (voir figure 3) jusqu'à des parties actives nues. En cas de doute, le contact avec des parties actives nues est décelé électriquement, la tension étant de 40 V au moins.

Si l'un des spécimens ne satisfait pas aux conditions ci-dessus, l'essai est considéré comme non satisfaisant.

15. Résistance mécanique

- 15.1 Les transformateurs doivent avoir une résistance mécanique suffisante et être construits de façon à pouvoir supporter les contraintes mécaniques susceptibles de se produire en usage normal.

La vérification de la conformité est effectuée par les essais du paragraphe 15.2 pour les transformateurs fixes, et par les essais des paragraphes 15.2 et 15.3 pour les transformateurs mobiles.

Après les essais, le transformateur ne doit présenter aucun dommage dans le cadre de la présente norme. En particulier, les parties actives ne doivent pas être devenues accessibles à la broche d'essai normalisée (voir figure 4). Les parois isolantes ne doivent pas être endommagées et les poignées, les leviers, les boutons et organes analogues ne doivent pas s'être déplacés sur leurs axes.

Une détérioration de la peinture, de faibles enfoncements qui ne réduisent pas les lignes de fuite ou les distances dans l'air au-dessous des valeurs spécifiées à l'article 25 et de petites ébréchures qui n'affectent pas la protection contre les chocs électriques ou l'humidité, ne sont pas retenus.

Des fissures non visibles à l'oeil nu (ou à la vision corrigée sans grossissement) et des fissures superficielles dans des matières moulées en fibre renforcée et matières analogues sont négligées.

14.5.2 At any time during the tests of Sub-clause 14.5.1:

- the temperature rise of any part of the enclosure of the transformers which may be touched with the standard test finger shall not exceed 150 K;
- the temperature rise of the plywood support shall nowhere exceed 100 K;
- the transformers shall not emit flames, molten material, glowing particles or burning drops of insulating material.

After the tests of Sub-clause 14.5.1 and after cooling down to ambient temperature:

- the transformers shall withstand a dielectric strength test, the test voltage being 35% of the values according to Clause 17, Table VI. The test is made primary-to-body only for all kinds of transformer and, in addition, primary-to-secondary for separating transformers.
- enclosures, if any, shall show no holes allowing the standard test finger (Figure 3) to touch bare live parts. In case of doubt, contact with bare live parts is detected by means of an electrical contact indicator, the voltage being not less than 40 V.

If one specimen does not pass the test, the complete test is failed.

15. Mechanical strength

- 15.1 Transformers shall have adequate mechanical strength and be so constructed as to withstand such rough handling as may be expected in normal use.

Compliance is checked by the tests of Sub-clause 15.2 for stationary transformers and by the tests of Sub-clauses 15.2 and 15.3 for portable transformers.

After the tests, the transformer shall show no damage within the meaning of this standard. In particular, live parts shall not have become accessible, when tested with the standard test pin (Figure 4). Insulating barriers shall not have been damaged and handles, levers, knobs and the like shall not have moved on their shafts.

Damage to the finish, small dents which do not reduce creepage distances or clearances below the values specified in Clause 25, and small chips which do not adversely affect the protection against electric shock or moisture, are neglected.

Cracks not visible with normal vision or corrected vision without magnification and surface cracks in fibre reinforced mouldings and the like are ignored.

- 15.2 *Le transformateur muni de ses capots ou pièces analogues est maintenu fermement contre un support rigide et est soumis à trois chocs appliqués, au moyen du marteau à ressort décrit à la figure 2, à tous points, y compris les leviers, poignées, boutons et organes analogues, de la surface extérieure qui protège les parties actives et est susceptible de faiblesse, en appuyant le nez du marteau perpendiculairement à la surface. Avant que les coups ne soient appliqués, les vis ou écrous des socles et couvercles sont serrés avec un couple égal aux deux tiers de ceux spécifiés au tableau XIV.*

Les parties des transformateurs d'indice IP00 qui ne sont pas accessibles quand le transformateur est monté sur un appareil ou équipement ne sont pas soumises à cet essai.

- 15.3 *Les transformateurs mobiles sont maintenus dans leur position normale d'emploi et sont alors soumis à 100 chutes d'une hauteur de 40 mm, sur une plaque lisse d'acier d'au moins 5 mm d'épaisseur, placée sur un support plan de béton, à une cadence n'excédant pas une chute toutes les 5 s.*

La hauteur de chute doit être mesurée à partir de la partie du spécimen la plus proche de la surface d'essai lorsque le spécimen est suspendu, avant qu'on le laisse tomber.

La méthode de libération du spécimen doit être telle que la chute se produise librement depuis la position de suspension, avec un minimum de perturbation au moment de la libération.

16. *Protection contre les effets nuisibles dus à la pénétration de l'eau et à l'humidité*

- 16.1 *L'enveloppe du transformateur doit assurer le degré de protection contre la pénétration de l'eau correspondant à l'indice de protection assigné au transformateur.*

Les transformateurs non pourvus d'un câble d'alimentation sont équipés de conducteurs externes, comme spécifié au paragraphe 21.4, de la section appropriée la plus petite spécifiée au paragraphe 22.3.

La vérification de la conformité est effectuée par l'essai approprié prévu par la Publication 529 de la CEI, le transformateur étant monté comme en usage normal, muni, s'il y a lieu, de fiches appropriées sur les circuits de sortie.

Immédiatement après cette épreuve, le transformateur doit satisfaire à un essai diélectrique identique à celui spécifié à l'article 17 et un examen doit montrer que l'eau n'a pas pénétré dans le transformateur en quantité appréciable.

- 16.2 *Les transformateurs doivent résister aux conditions d'humidité susceptibles de se produire en usage normal.*

La vérification de la conformité est effectuée par le traitement hygroscopique décrit dans le présent paragraphe, suivi immédiatement des essais de l'article 17.

- 15.2 *The transformer, with covers and the like fitted, is held firmly against a rigid support and is subjected to three blows from a spring-operated impact hammer as shown in Figure 2, applied to every point of the exterior that protects live parts and is likely to be weak, including handles, levers, switch knobs and the like, by pressing the hammer nose perpendicularly to the surface. Before applying the blows, the fixing screws of bases and covers are tightened with a torque equal to two-thirds of that specified in Table XIV.*

Parts of IP00 transformers, which are not accessible when the transformer is mounted in an appliance or other equipment, are not subjected to the test.

- 15.3 *Portable transformers are held in their normal position of use and are then allowed to fall from a height of 40 mm onto a smooth steel plate at least 5 mm thick, placed on a flat concrete support. One hundred falls are made at a rate not exceeding one fall per 5 s.*

The height shall be measured from the part of the specimen nearest to the test surface when the specimen is suspended prior to letting it fall.

The method of releasing the specimen shall be such as to allow free fall from the position of suspension, with a minimum of disturbance at the moment of release.

16. Protection against harmful ingress of water and moisture

- 16.1 *The enclosure of a transformer shall provide the degree of protection against ingress of water corresponding to the relevant protection index of the transformer.*

Transformers not provided with a power supply cord are fitted with external wiring, as specified in Sub-clause 21.4, of the smallest appropriate cross-sectional area specified in Sub-clause 22.3.

Compliance is checked by the relevant test laid down in IEC Publication 529, the transformer being mounted as in normal use, with plugs for the output circuit, if any, inserted.

Immediately after this treatment, the transformer shall withstand an electric strength test as specified in Clause 17, and inspection shall show that water has not entered the transformer to any appreciable extent.

- 16.2 *Transformers shall be proof against humid conditions which may occur in normal use.*

Compliance is checked by the humidity treatment described in this sub-clause followed immediately by the tests of Clause 17.

Les transformateurs destinés à être reliés à demeure à l'alimentation sont essayés équipés de leurs conducteurs d'alimentation, mais avec les entrées de câbles ouvertes. S'il est prévu des entrées défonçables, l'une d'elles est défoncée. Les transformateurs destinés à être utilisés avec un câble d'alimentation sont essayés avec le câble et les entrées de câbles correctement montés.

Les éléments constituant électriques, les capots et les autres éléments qui peuvent être enlevés sans l'aide d'un outil sont retirés et soumis, s'il y a lieu, en même temps que la partie principale, au traitement hygroscopique.

L'épreuve hygroscopique est effectuée dans une enceinte humide contenant de l'air avec une humidité relative maintenue entre 91% et 95%. La température de l'air, en tout endroit où les spécimens peuvent être placés, est maintenue, à 1 °C près, à une valeur appropriée t comprise entre 20 °C et 30 °C.

Avant d'être placés dans l'enceinte humide, les spécimens sont portés à une température comprise entre t et $(t + 4)$ °C.

Les spécimens sont maintenus dans l'enceinte pendant:

- deux jours (48 h) pour les transformateurs d'indice de protection IP20, ou moins;
- sept jours (168 h) pour les autres transformateurs.

Pour porter le spécimen à la température spécifiée, il convient, dans la plupart des cas, de le laisser séjourner à cette température pendant 4 h au moins avant le traitement hygroscopique.

L'humidité relative de 91% à 95% peut être obtenue en plaçant dans l'enceinte humide une solution saturée de sulfate de sodium (Na_2SO_4) ou de nitrate de potassium (KNO_3), cette solution ayant une surface de contact avec l'air suffisamment étendue. Les conditions imposées pour l'enceinte humide exigent un brassage constant de l'air et, en général, une isolation thermique de l'enceinte.

Après ce traitement et les essais de l'article 17, le transformateur ne doit présenter aucun dommage dans le cadre de la présente norme.

17. Résistance d'isolement et rigidité diélectrique

17.1 La résistance d'isolement et la rigidité diélectrique des transformateurs doivent avoir des valeurs appropriées.

La vérification de la conformité est effectuée par les essais des paragraphes 17.2 à 17.4 qui sont exécutés immédiatement après l'essai du paragraphe 16.2, dans l'enceinte humide ou dans la chambre où le spécimen a été porté à la température prescrite, après remise en place des éléments qui ont été éventuellement retirés.

Transformers intended for fixed connection to the supply are tested with the cable fitted but with cable entries open. If knock-outs are provided, one of them is opened. Transformers intended to be used with a power cord are tested with the cord and cord entries correctly fitted.

Electrical components, covers and other parts which can be removed without the aid of a tool are removed and subjected to the humidity treatment with the main part, if necessary.

The humidity treatment is carried out in a humidity cabinet containing air with a relative humidity maintained between 91% and 95%. The temperature of the air, at all places where specimens can be located, is maintained to within 1 °C of any convenient value t between 20 °C and 30 °C.

Before being placed in the humidity cabinet, the specimen is brought to a temperature between t and $(t + 4)$ °C.

The specimen is kept in the cabinet for:

- *two days (48 h) for transformers with protection index IP20, or lower;*
- *seven days (168 h) for other transformers.*

In most cases, the specimens may be brought to the specified temperature by keeping them at this temperature for at least 4 h before the humidity treatment.

A relative humidity between 91% and 95% can be obtained by placing a saturated solution of sodium sulphate (Na_2SO_4) or potassium nitrate (KNO_3) in water, the solution having a sufficiently large contact surface with the air in the humidity cabinet. In order to achieve the specified conditions within the cabinet, it is necessary to ensure constant circulation of the air and, in general, to use a cabinet which is thermally insulated.

After this treatment and the tests of Clause 17, the transformer shall show no damage within the meaning of this standard.

17. Insulation resistance and electric strength

17.1 The insulation resistance and the electric strength of transformers shall be adequate.

Compliance is checked by the tests of Sub-clauses 17.2 to 17.4 which are made immediately after the test of Sub-clause 16.2, in the humidity cabinet or in the room in which the specimen was brought to the prescribed temperature, after reassembly of those parts which may have been removed.

17.2 On mesure la résistance d'isolement sous une tension continue de 500 V environ, après 1 min d'application de la tension.

La résistance d'isolement ne doit pas être inférieure à celle indiquée dans le tableau V.

TABLEAU V

Valeurs des résistances d'isolement

Isolation à essayer	Résistance d'isolement MΩ
Entre parties actives et la masse:	
- dans le cas d'une isolation principale	2
- dans le cas d'une isolation renforcée	7
Entre circuits primaires et circuits secondaires	2
Entre chaque circuit primaire et tous les autres circuits primaires connectés ensemble	2
Entre chaque circuit secondaire et tous les autres circuits secondaires connectés ensemble	2
Entre parties actives et parties métalliques des transformateurs de la classe II qui sont séparées des parties actives par une isolation principale seulement	2
Entre parties métalliques des transformateurs de la classe II qui sont séparées des parties actives par une isolation principale seulement, et la masse	5
Entre deux feuilles métalliques appliquées sur les surfaces interne et externe des enveloppes en matière isolante	2

17.3 Immédiatement après l'essai du paragraphe 17.2, l'isolement est soumis pendant 1 min à une tension pratiquement sinusoïdale, à la fréquence assignée. La valeur de la tension d'essai et les points d'application sont indiqués dans le tableau VI.

17.2 *The insulation resistance is measured with a d.c. voltage of approximately 500 V applied, the measurement being made 1 min after application of the voltage.*

The insulation resistance shall be not less than that shown in Table V.

TABLE V
Values of insulation resistances

Insulation to be tested	Insulation resistance MΩ
Between live parts and the body:	
- for basic insulation	2
- for reinforced insulation	7
Between input circuits and output circuits	2
Between each input circuit and all other input circuits connected together	2
Between each output circuit and all other output circuits connected together	2
Between live parts and metal parts of Class II transformers which are separated from live parts by basic insulation only	2
Between metal parts of Class II transformers which are separated from live parts by basic insulation only, and the body	5
Between two metal foils in contact with the inner and outer surfaces of enclosures of insulating material	2

17.3 *Immediately after the test of Sub-clause 17.2, the insulation is subjected for 1 min to a voltage of substantially sine-wave form at rated frequency. The value of the test voltage and the points of application are given in Table VI.*

TABLEAU VI
Tableau des tensions d'essai

Points d'application de la tension d'essai	Tension locale au plus égale à V*				
	<50	200	>200 ≤450	700	1 000
1) Entre parties actives des circuits primaires et parties actives des circuits secondaires	250	1 400	2 100	2 500	2 750
2) A travers l'isolation principale ou supplémentaire, entre:					
a) les parties actives qui sont ou peuvent devenir de polarité différente, (par exemple par le fonctionnement d'un fusible)					
b) toute partie active et la masse, si elle est destinée à être connectée au conducteur de protection	250	1 400	2 100	2 500	2 750
c) les parties métalliques accessibles et une tige de métal de même diamètre que le câble souple (ou une feuille métallique enroulée autour du câble) insérée dans les traversées, dispositifs de protection et d'arrêt, et dispositifs analogues					
3) A travers l'isolation renforcée, entre la masse et les parties actives	500	2 800	4 200	5 000	5 500

* Les valeurs de tension d'essai pour des valeurs intermédiaires de tension locale sont obtenues par interpolation entre les valeurs du tableau, excepté dans la colonne intitulée ">200 ≤450".

Pour les tensions locales plus élevées, voir section trois.

Au début de l'essai, la tension appliquée ne dépasse pas la moitié de la valeur prescrite, puis elle est amenée rapidement à la pleine valeur.

Au cours de l'essai, il ne doit se produire ni contournement ni claquage. Les effets corona et phénomènes similaires ne sont pas pris en considération. L'annexe I-C donne des exemples d'application des tensions d'essai.

TABLE VI
Table of test voltages

Application of test voltage	Working voltage V*				
	< 50	200	>200 ≤450	700	1 000
1) Between live parts of input circuits and live parts of output circuits	250	1 400	2 100	2 500	2 750
2) Over basic or supplementary insulation between					
a) live parts which are or may become of different polarity (for example by the action of a fuse)					
b) live parts and the body if intended to be connected to protective earth	250	1 400	2 100	2 500	2 750
c) accessible metal parts and a metal rod of the same diameter as the flexible cable or cord (or metallic foil wrapped round the cable or cord) inserted inside inlet bushings, cord guards and anchorages, and the like					
3) Over reinforced insulation between the body and live parts	500	2 800	4 200	5 000	5 500

* Values of test voltage for intermediate values of working voltage are found by interpolation between tabulated values, except in the column headed "> 200 ≤ 450".

For higher working voltages, see Section three.

Initially, not more than half the prescribed voltage is applied, then it is raised rapidly to the full value.

No flashover or breakdown shall occur during the test, corona effects and similar phenomena being disregarded. Diagrams showing examples of the application of test voltages are shown in Appendix I-C.

Le transformateur à haute tension utilisé pour l'essai doit être capable de fournir un courant d'au moins 200 mA lorsque les bornes de sortie sont court-circuitées. Le relais à maximum de courant ne doit pas fonctionner pour tout courant d'intensité inférieure à 100 mA. Le voltmètre utilisé pour mesurer la valeur efficace de la tension d'essai doit être de classe 2.5 selon les prescriptions de la Publication 51 de la CEI.

Des précautions doivent être prises pour que les tensions d'essai appliquées entre les circuits primaires et secondaires ne provoquent pas de contraintes supplémentaires pour les autres isolations. Si le constructeur indique qu'il existe une double isolation entre les enroulements primaires et secondaires, par exemple entre l'enroulement primaire et le noyau et entre le noyau et l'enroulement secondaire, chaque isolation est essayée séparément avec les tensions d'essai éventuelles du point 2 du tableau VI. La même procédure s'applique dans le cas d'une double isolation entre l'enroulement primaire et la masse.

Pour des situations de la classe II comportant à la fois une isolation renforcée et une double isolation, des précautions doivent être prises pour que la tension appliquée à l'isolation renforcée ne provoque pas de contraintes supplémentaires à l'isolation principale ou à l'isolation supplémentaire.

- 17.4 Après l'essai du paragraphe 17.3, un enroulement primaire est alimenté pendant 5 min sous une tension égale à deux fois la tension primaire assignée, la fréquence étant égale à deux fois la fréquence assignée. Aucune charge n'est connectée au transformateur.

Une fréquence d'essai plus élevée peut être utilisée, la durée de la période d'alimentation, en minutes, étant alors égale à 10 fois le quotient de la fréquence assignée par la fréquence d'essai, sans être inférieure à 2 min.

Au cours de l'essai, il ne doit se produire aucune perforation de l'isolation entre les spires d'un enroulement, entre les enroulements primaires et secondaires, entre les enroulements primaires et secondaires adjacents, ou entre les enroulements et le noyau.

18. Construction

- 18.1 La construction des transformateurs doit être telle que ceux-ci satisfassent à toutes les règles prévues dans les applications particulières et soient résistants aux effets de la chaleur, de l'humidité, de l'eau et des chocs (mécaniques et magnétiques).

La vérification de la conformité est effectuée par l'essai approprié.

- 18.2 Les matières à combustion violente, telles que le celluloïd, ne doivent pas être utilisées dans la construction des transformateurs.

La vérification de la conformité est effectuée par examen, et, si nécessaire, par un essai de combustion.

Les détails de cet essai sont à l'étude.

The high-voltage transformer used for the test shall be capable of supplying a current of at least 200 mA when the output terminals are short-circuited. The overload releases of the circuit shall not operate for any current less than 100 mA. The voltmeter used to measure the r.m.s. value of the test voltage shall be of class 2.5 according to IEC Publication 51.

Care shall be taken that the voltage applied for the test between input and output circuits does not overstress other insulations. If it is stated by the manufacturer that a double insulation system exists between primary and secondary windings, such as from primary winding to core and from core to secondary winding, each insulation is then tested separately according to the test voltage of Item 2 of Table VI. The same applies to a double insulation between primary and the body.

For Class II situations incorporating both reinforced insulation and double insulation, care shall be taken that the voltage applied to the reinforced insulation does not overstress the basic or supplementary insulation.

- 17.4 After the test of Sub-clause 17.3, one input winding is connected to a voltage equal to double the rated supply voltage, at double the rated frequency for 5 min. No load is connected to the transformer.

A higher test frequency may be used, the duration of the period of connection, in minutes, then being equal to 10 times the rated frequency divided by the test frequency, but not less than 2 min.

During the test, there shall be no breakdown of the insulation between turns of a winding, between input and output windings, between adjacent input or output windings, or between the windings and the iron core.

18. Construction

- 18.1 The construction of transformers shall be such that they comply with all the requirements of specified applications and are resistant to heat, moisture, water, shock (mechanical and magnetic).

Compliance is checked by the relevant test.

- 18.2 Materials which burn fiercely, such as celluloid, shall not be used in the construction of transformers.

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

Details of the test are under consideration.

Le coton, la soie, le papier et les matériaux fibreux analogues ne doivent pas être utilisés comme isolants, sauf s'ils sont imprégnés.

La cire et les matières d'imprégnation analogues ne doivent pas être utilisées, sauf s'il n'y a pas de risque de migration.

La vérification de la conformité est effectuée par examen.

Une matière est considérée comme imprégnée si un isolant approprié remplit pratiquement les interstices entre les fibres de la matière.

- 18.3 Les transformateurs mobiles doivent être soit des transformateurs résistant aux courts-circuits, soit des transformateurs non dangereux en cas de défaillance.

Les transformateurs non dangereux en cas de défaillance peuvent être ou fixes ou mobiles, sauf spécification contraire.

La vérification de la conformité est effectuée par examen.

- 18.4 Des précautions doivent être prises pour éviter, pour les transformateurs de la classe II, un contact entre des parties métalliques accessibles et des conduits ou des gaines métalliques des conducteurs d'alimentation.

La vérification de la conformité est effectuée par examen.

- 18.5 Les éléments de transformateurs de la classe II qui constituent une isolation supplémentaire ou une isolation renforcée et qui risquent d'être oubliés lors du remontage après des opérations d'entretien doivent être:

- soit fixés de façon à ne pouvoir être enlevés sans être sérieusement endommagés;
- soit conçus de façon qu'ils ne puissent être replacés dans une position incorrecte et que, s'ils sont oubliés, le transformateur ne puisse fonctionner ou soit manifestement incomplet.

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

Toutefois, un manchon peut être utilisé comme isolation supplémentaire sur des conducteurs internes s'il est maintenu en place par des moyens efficaces.

Un manchon est considéré comme fixé efficacement si on ne peut l'enlever qu'en le cassant ou en le coupant, ou s'il est fixé à ses deux extrémités.

Les opérations d'entretien comprennent le remplacement des câbles d'alimentation, lorsque leur mode de fixation le permet, des interrupteurs et des dispositifs de protection.

Cotton, silk, paper and similar fibrous material shall not be used as insulation, unless impregnated.

Wax and similar impregnants shall not be used, unless suitably restrained from migration.

Compliance is checked by inspection.

Insulating material is considered to be impregnated if the interstices between the fibres of the material are substantially filled with a suitable insulant.

18.3 Portable transformers shall be either short-circuit proof or fail-safe transformers.

Fail-safe transformers may be either stationary or portable, unless otherwise specified.

Compliance is checked by inspection.

18.4 Precautions shall be taken to prevent contact between accessible metal parts and conduits or metal sheaths of supply wiring for Class II transformers.

Compliance is checked by inspection.

18.5 Parts of Class II transformers which serve as supplementary insulation or reinforced insulation and which might be omitted during reassembly after routine servicing shall either:

- be fixed in such a way that they cannot be removed without being seriously damaged, or
- be so designed that they cannot be replaced in an incorrect position and that, if they are omitted, the transformer is rendered inoperable or is manifestly incomplete.

Compliance is checked by inspection and by manual test.

Sleeving may, however, be used as supplementary insulation on internal wiring, if it is retained in position by positive means.

A sleeve is considered to be fixed by positive means if it can be removed only by breaking or cutting, or if it is clamped at both ends.

Routine servicing includes replacement of switches, protective devices and of power supply cords when the type of attachment allows this.

Un revêtement d'enveloppe métallique émaillé ou en autre matériau, sous forme de couche pouvant être facilement enlevée par grattage, n'est pas considéré comme satisfaisant à cette prescription.

18.6 Les transformateurs de la classe II doivent être construits de façon que, si des fils, des vis, des écrous, des rondelles, des ressorts ou des pièces analogues se desserrent ou se détachent, ils ne puissent en usage normal se placer dans une position telle que les lignes de fuite ou les distances dans l'air sur une isolation supplémentaire ou une isolation renforcée, ou la distance entre les bornes primaires et secondaires soient réduites à moins de 50% de la valeur spécifiée à l'article 25.

La vérification de la conformité est effectuée par examen, par des mesures et par un essai à la main.

Pour l'application de cette prescription:

- il est admis que deux fixations indépendantes ne se détachent pas simultanément;
- les parties fixées au moyen de vis ou d'écrous et de rondelles de blocage sont considérées comme n'étant pas susceptibles de se desserrer, pourvu qu'il ne soit pas nécessaire de retirer ces vis ou ces écrous lors du remplacement du câble souple d'alimentation ou d'autres opérations d'entretien;
- les conducteurs connectés par soudure ne sont pas considérés comme suffisamment fixés, à moins qu'ils ne soient maintenus en place à proximité de l'extrémité soudée au moyen d'un dispositif tel que l'accrochage à travers un trou, indépendamment de la soudure;
- les conducteurs connectés aux bornes ne sont pas considérés comme suffisamment fixés, à moins qu'une fixation supplémentaire d'un type approprié ne soit prévue à proximité de la borne dans le cas d'âmes câblées, cette fixation supplémentaire doit serrer l'enveloppe isolante et pas seulement l'âme;
- des conducteurs rigides courts 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.

18.7 L'isolation supplémentaire et l'isolation renforcée doivent être conçues ou protégées de façon qu'elles ne soient pas susceptibles d'être affectées par la pollution au point que les lignes de fuite et les distances dans l'air soient réduites au-dessous des valeurs spécifiées à l'article 25.

Les matières isolantes séparant les enroulements primaires et secondaires et les éléments de caoutchouc naturel ou synthétique utilisés comme isolation supplémentaire dans des transformateurs de la classe II doivent résister au vieillissement, et être disposés et dimensionnés de façon que les lignes de fuite ne soient pas réduites au-dessous des valeurs spécifiées à l'article 25, quelles que soient les craquelures qui peuvent se produire.

Lining metal enclosures with a coating of lacquer or with material in the form of a coating which can be easily removed by scraping is not considered to be adequate for the purpose of these requirements.

- 18.6 Class II transformers shall be so constructed that, should any wire, screw, nut, washer, spring or similar part become loose or fall out of position, they cannot, in normal use, become so disposed that creepage distances or clearances over supplementary insulation or reinforced insulation or the distance between primary and secondary terminals are reduced to less than 50% of the value specified in Clause 25.

Compliance is checked by inspection, by measurement and by manual test.

For the purpose of this requirement:

- it is not expected that two independent fixings will become loose at the same time;
- parts fixed by means of screws or nuts provided with locking washers are regarded as not liable to become loose, provided these screws or nuts are not removed during the replacement of the supply flexible cable or cord, or other routine servicing;
- wires connected by soldering are not considered to be adequately fixed unless they are held in place near to the termination by means such as hooking in, independently of the solder;
- wires connected to terminals are not considered to be adequately secured, unless an additional fixing of an appropriate type is provided near to the terminal; in the case of stranded conductors, this additional fixing shall clamp the insulation and not the conductor only;
- short rigid wires are not regarded as liable to come away from a terminal if they remain in position when the terminal screw is loosened.

- 18.7 Supplementary insulation and reinforced insulation shall be so designed or protected that they are not likely to be impaired by pollution to such an extent that creepage distances and clearances are reduced below the values specified in Clause 25.

Insulating material separating input and output windings, and parts of natural or synthetic rubber used as supplementary insulation in Class II transformers shall be resistant to ageing and be so arranged and dimensioned that creepage distances are not reduced below the values specified in Clause 25, whatever cracks may occur.

La vérification de la conformité est effectuée par examen et par des mesures.

L'essai de vieillissement est à l'étude.

18.8 Disponible.

18.9 Les poignées, les leviers de manoeuvre et organes analogues doivent être fixés de façon sûre de sorte qu'ils ne se desserrent pas par suite d'échauffements, de vibrations, etc., susceptibles de se produire en usage normal.

La vérification de la conformité est effectuée par examen et par les essais des articles 13 et 15.

18.10 Les capots destinés à assurer une protection contre les chocs électriques doivent être solidement fixés. La fixation doit être réalisée par au moins deux organes indépendants, l'un d'eux au moins nécessitant l'emploi d'un outil.

La vérification de la conformité est effectuée par examen et par essai à la main.

Le capot peut comporter un élément, tel qu'une rainure ou un bossage, qui constitue l'un des organes de fixation requis.

Des vis peuvent être utilisées comme organes nécessitant l'emploi d'un outil, mais des écrous ou vis moletés, même s'ils sont pourvus de dispositifs pour le scellement, ne conviennent pas.

18.11 Les transformateurs pourvus de broches destinées à être introduites dans des socles de prise de courant, ne doivent pas exercer de contraintes exagérées sur ces socles.

La vérification de la conformité consiste à introduire le transformateur dans les conditions normales d'emploi dans un socle conforme à la Publication 83 de la CEI, le socle étant tourné autour d'un axe horizontal passant par les axes des alvéoles à une distance de 8 mm en arrière de la surface d'engorgement du socle.

Le couple de torsion supplémentaire qui doit être appliqué au socle pour maintenir la surface d'engorgement dans le plan vertical ne doit pas dépasser 0,25 Nm.

18.12 Les transformateurs mobiles doivent avoir un indice de protection IPX4 ou plus.

18.13 Les transformateurs d'indice de protection IP21 jusqu'à IPX6 inclus doivent être complètement fermés quand ils sont munis de leurs conducteurs de façon normale, mais il doit être prévu un orifice d'écoulement d'au moins 5 mm de diamètre ou d'une surface de 20 mm² et d'une largeur d'au moins 3 mm.

La présence d'orifices d'évacuation n'est pas exigée si le transformateur est complètement rempli de matière isolante, enroulements et noyau compris.

Compliance is checked by inspection and by measurement.

The ageing test is under consideration.

18.8 Void.

- 18.9 Handles, operating levers and the like shall be fixed in a reliable manner so that they will not become loose as a result of heating, vibration, etc. which may occur in normal use.

Compliance is checked by inspection and by the tests of Clauses 13 and 15.

- 18.10 Covers providing protection against electric shock shall be securely fixed. The fixing shall be achieved by at least two independent means, one of which at least requires the use of a tool.

Compliance is checked by inspection and by manual test.

The cover may incorporate a means, such as a notch or a rim, which forms one of the required fixing means.

Screws may be used as means requiring the use of a tool, but knurled nuts or screws, even if they have provision for sealing, are not suitable.

- 18.11 Transformers provided with pins intended to be introduced into fixed socket-outlets shall not impose undue strain on these socket-outlets.

Compliance is checked by inserting the transformer, as in normal use, into a fixed socket-outlet complying with IEC Publication 83, the socket-outlet being pivoted about the horizontal axis through the central 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 Nm.

- 18.12 Portable transformers shall have a protection index of IPX4 or higher.

- 18.13 Transformers having a protection index from IP21 up to and including IPX6 shall be totally enclosed when fitted with wires in the correct manner, except that there shall be an effective drain hole at least 5 mm in diameter or 20 mm² in area, with a width of at least 3 mm.

The drain hole is not required if the transformer is completely filled with insulating materials, windings and core included.

Les transformateurs d'indice de protection IPX7 ou plus doivent être complètement fermés lorsqu'ils sont installés de façon normale.

La vérification de la conformité avec les prescriptions des paragraphes 18.12 et 18.13 est effectuée par examen, par des mesures et par les essais du paragraphe 16.1.

19. Éléments constitutants

19.1 Les éléments constitutants, tels que les interrupteurs, fiches de prises de courant, coupe-circuit à fusible, douilles de lampes et câbles souples, doivent être conformes aux normes correspondantes de la CEI dans la mesure où elles s'appliquent.

L'essai de ces éléments constitutants est effectué, en général, séparément, conformément aux normes les concernant et comme suit:

- *on vérifie que les éléments constitutants portant l'indication de leurs caractéristiques assignées conviennent pour les conditions susceptibles de se produire dans le transformateur, y compris pour les courants d'appel. L'élément constituant est alors essayé conformément à son marquage, le nombre de spécimens à essayer étant celui prescrit par la norme correspondante;*
- *les éléments constitutants qui ne portent pas l'indication de leurs caractéristiques assignées sont essayés dans les conditions qui se présentent dans le transformateur, y compris le cas des courants d'appel, le nombre de spécimens à essayer étant, en général, celui prescrit par la norme correspondante.*

Il est admis que les fusibles supportent de façon continue un courant ne dépassant pas 1,1 fois leur courant assigné.

Les éléments constitutants incorporés au transformateur sont soumis à tous les essais de la présente norme en tant que partie du transformateur.

La conformité aux normes de la CEI pour l'élément constituant correspondant ne garantit pas nécessairement la conformité aux prescriptions de la présente norme.

19.2 Les interrupteurs destinés à séparer un transformateur de son alimentation doivent être à coupure omnipolaire et leur distance de séparation des contacts doit être d'au moins 3 mm sur chaque pôle.

Les prescriptions relatives à la coupure omnipolaire et à la distance de séparation des contacts ne s'appliquent pas aux transformateurs destinés à être reliés au moyen d'un câble souple d'alimentation et d'une fiche ou aux transformateurs accompagnés d'une notice d'instruction prescrivant que de tels dispositifs de séparation doivent être prévus dans le câblage fixe.

Les transformateurs ne doivent pas être pourvus d'interrupteurs pour câbles souples d'alimentation.

La vérification de la conformité est effectuée par examen.

Transformers having a protection index IPX7 or higher shall be totally enclosed when installed in the correct manner.

Compliance with the requirements of Sub-clauses 18.12 and 18.13 is checked by inspection, by measurement and by the tests of Sub-clause 16.1.

19. Components

19.1 Components such as switches, plugs, fuses, lampholders and flexible cables and cords, shall comply with the relevant IEC standard as far as it reasonably applies.

The testing of these components is, in general, carried out separately, according to the relevant standard, as follows:

- *components marked with individual ratings are checked to establish that they suit the conditions which may occur in the transformer, including inrush current. The component is then tested in accordance with its marking, the number of specimens being that required by the relevant standard;*
- *components not marked with individual ratings are tested under the conditions occurring in the transformer, including inrush current, the number of specimens being, in general, that required by the relevant standard.*

Fuses are allowed to be continuously loaded by a current not exceeding 1,1 times the rated value.

Components incorporated in the transformer are subjected to all the tests of this standard as part of the transformer.

Compliance with the IEC standard for the relevant component does not necessarily ensure compliance with the requirements of this standard.

19.2 Switches intended to disconnect the transformer from the supply shall disconnect all poles and shall have a contact separation of at least 3 mm in each pole.

The requirements with regard to all-pole disconnection and contact separation do not apply to transformers which are intended to be connected to the supply by means of a flexible cable or cord and a plug, or to transformers accompanied by an instruction sheet stating that such means for disconnection must be incorporated in the fixed wiring.

Transformers shall not be fitted with switches in supply flexible cables or cords.

Compliance is checked by inspection.

- 19.3 Les socles de prise de courant dans le circuit secondaire ne doivent pas pouvoir accepter l'introduction d'une fiche par ailleurs acceptée dans les socles de prise de courant équipant le circuit secondaire des transformateurs de séparation et de sécurité.

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

- 19.4 Les coupe-circuit thermiques, les relais à maximum de courant et les autres dispositifs de protection contre les surcharges doivent avoir un pouvoir de coupure suffisant.

La vérification de la conformité est effectuée par l'un des essais suivants:

- A. Les transformateurs avec dispositif sans réenclenchement automatique sont alimentés sous une tension égale à 1,06 fois la tension primaire assignée et les bornes secondaires sont mises en court-circuit jusqu'au moment où le limiteur de température, le relais à maximum de courant ou autre dispositif de protection contre les surcharges fonctionne.

Après que le transformateur est approximativement revenu à la température ambiante, le limiteur est réenclenché, l'élément de remplacement du fusible est remplacé ou le relais est réenclenché.

Ce cycle d'opération est effectué dix fois.

- B. Les transformateurs avec dispositif à réenclenchement automatique sont alimentés pendant 48 h (deux jours) sous 1,06 fois la tension primaire assignée, les bornes secondaires étant court-circuitées.

Pendant ces essais, il ne doit se produire aucun arc permanent ni aucun dommage résultant d'autres causes. Dans le cas de l'essai B, le dispositif doit aussi fonctionner de façon satisfaisante.

- 19.5 Les dispositifs à réenclenchement automatique ne doivent pas être utilisés, à moins qu'il ne soit certain que leur fonctionnement n'entraînera aucun danger mécanique, électrique ou autre.

La vérification de la conformité est effectuée par examen et par l'essai B du paragraphe 19.4.

- 19.6 Les limiteurs de température qui peuvent être remis en service par une opération de soudage ne doivent pas être utilisés comme protection contre les surcharges.

La vérification de la conformité est effectuée par examen.

- 19.7 Les dispositifs de protection contre les surcharges (par exemple, coupe-circuit à fusible) ne doivent pas fonctionner lors de l'application de la tension d'alimentation.

La vérification de la conformité est effectuée par l'essai suivant.

- 19.3 Socket-outlets in the output circuit shall not accept plugs accepted by socket-outlets in the output circuit of isolating and safety isolating transformers.

Compliance is checked by inspection and by manual test.

- 19.4 Thermal cut-outs, overload releases and other overload protection devices shall have adequate breaking capacity.

Compliance is checked by one of the following tests:

- A. A transformer with a non-self-resetting device is connected to a voltage equal to 1,06 times rated supply voltage and the output terminals are short-circuited until the thermal cut-out, overload release or other overload protection device operates.

After the transformer has cooled down to approximately room temperature, the cut-out is reset, the fuse link replaced or the release reset.

This cycle of operation is carried out ten times.

- B. A transformer with a self-resetting device is connected for 48 h (two days) at 1,06 times rated input voltage with the output terminals short-circuited.

During these tests, no sustained arcing shall occur and there shall be no damage from other causes. In the case of B, the device shall also operate satisfactorily.

- 19.5 Self-resetting devices shall not be used unless it is certain that there will be no hazards, mechanical, electrical or otherwise, resulting from their operation.

Compliance is checked by inspection and by Test B of Sub-clause 19.4.

- 19.6 Thermal cut-outs which can be reset by a soldering operation shall not be used for overload protection.

Compliance is checked by inspection.

- 19.7 Overload protection devices (e.g. fuses) shall not operate when the supply voltage is switched on.

Compliance is checked by the following test.

Le transformateur est alimenté à vide sous une tension égale à 1,06 fois la tension primaire assignée. La tension d'alimentation est alors supprimée puis rétablie 20 fois à des intervalles de temps de 10 s environ.

La source d'alimentation doit être telle qu'il ne se produise pas de chute de tension résultant des courants d'appel.

20. Conducteurs internes

20.1 Les conducteurs internes et les connexions électriques entre différentes parties du transformateur doivent être protégés ou enfermés de façon appropriée. Les chemins de câbles doivent être lisses et libres de bords tranchants, bavures, éclats etc., qui pourraient occasionner une abrasion de l'isolation des conducteurs.

20.2 Les orifices pratiqués dans les parois métalliques pour le passage des câbles isolés doivent avoir des bords arrondis, de rayon au moins égal à 1,5 mm ou être pourvus de traversées en matière isolante.

20.3 Les conducteurs nus doivent être fixés de façon que leurs distances mutuelles et leurs distances par rapport à l'enveloppe soient maintenues de façon appropriée.

La vérification de la conformité aux prescriptions des paragraphes 20.1 à 20.3 est effectuée par examen.

20.4 Les conducteurs internes ne doivent pas prendre de jeu lors du raccordement de conducteurs externes aux bornes primaires ou secondaires.

La vérification de la conformité est effectuée par examen et par l'essai du paragraphe 22.5.

20.5 Les conducteurs isolés qui, en usage normal, sont soumis à un échauffement dépassant les valeurs limites indiquées au paragraphe 13.2 doivent comporter une isolation en matière résistant à la chaleur et non hygroscopique, si la conformité à la présente norme risque d'être compromise par la détérioration de l'isolation.

La vérification de la conformité est effectuée par examen et, si nécessaire, par des essais supplémentaires; l'échauffement est déterminé pendant l'essai du paragraphe 13.2.

21. Raccordement à l'alimentation et câbles souples externes

21.1 Des entrées séparées doivent être prévues pour les conducteurs primaires et secondaires.

Les entrées et les sorties pour les conducteurs externes doivent être conçues de façon que le revêtement du conducteur ou câble puisse être introduit sans risque de détérioration.

The transformer, with no load, is connected to a voltage equal to 1,06 times rated supply voltage. The supply voltage is then switched on and off 20 times at intervals of approximately 10 s.

The supply source must be such that there is no appreciable drop in voltage as a result of inrush current.

20. Internal wiring

20.1 Internal wiring and electrical connections between different parts of the transformer shall be adequately protected or enclosed. Wireways shall be smooth and free from sharp edges, burrs, flashes, etc. which may cause abrasion of the insulation of conductors.

20.2 Openings in sheet metal through which insulated wires pass shall have edges rounded with a radius not less than 1,5 mm, or the openings shall be provided with bushings of insulating material.

20.3 Bare conductors shall be so fixed that the distance from one another and from the enclosure is adequately maintained.

Compliance with the requirements of Sub-clauses 20.1 to 20.3 is checked by inspection.

20.4 Internal wiring shall not work loose when external wires are connected to the input or output terminals.

Compliance is checked by inspection and by the test of Sub-clause 22.5.

20.5 Insulated conductors which, in normal use, are subjected to a temperature rise exceeding the limiting values given in Sub-clause 13.2 shall have an insulation of heat-resisting and non-hygroscopic material, if compliance with this standard is likely to be impaired by deterioration of the insulation.

Compliance is checked by inspection and, if necessary, by additional tests; the temperature rise is determined during the test of Sub-clause 13.2.

21. Supply connection and external flexible cables and cords

21.1 Separate entries shall be provided for the input and output wiring.

Inlet and outlet openings for external wiring shall be so designed that the protective covering of the cable or cord can be introduced without risk of damage.

Les entrées et les sorties pour les câbles souples doivent être en matière isolante, ou être pourvues de traversées en matière isolante, ne vieillissant pratiquement pas dans les conditions de service prévues. Les entrées et les sorties des traversées doivent avoir une forme telle qu'elles ne puissent endommager le câble.

Les traversées pour les conducteurs externes doivent être fixées de façon sûre et doivent être telles qu'elles ne soient pas susceptibles d'être endommagées par l'enveloppe dans laquelle elles sont montées.

Les traversées ne doivent pas être en caoutchouc naturel à moins qu'elles ne fassent partie intégrante d'un dispositif de protection (voir paragraphe 21.7).

Ces prescriptions n'excluent pas l'emploi de traversées amovibles.

La vérification de la conformité est effectuée par examen.

- 21.2 Les transformateurs fixes doivent être conçus de façon qu'après qu'ils ont été fixés normalement sur leur support, il soit possible de connecter les conducteurs souples ou rigides externes.

L'utilisation de socles de connecteurs dans le circuit primaire des transformateurs fixes n'est pas autorisée.

L'espace réservé aux conducteurs à l'intérieur du transformateur doit être suffisant pour permettre l'introduction et le raccordement facile des conducteurs, et la mise en place du capot éventuel sans risque d'endommager les conducteurs ou leur enveloppe isolante.

Il doit être possible de connecter les conducteurs d'alimentation aux bornes de façon qu'il n'y ait pas de risque que leur isolation entre en contact avec des parties actives de polarités différentes y compris les parties actives des circuits secondaires.

La vérification de la conformité est effectuée par examen et par un essai de montage, en utilisant des conducteurs de la plus forte section spécifiée au paragraphe 22.3.

- 21.3 Disponible.

- 21.4 Voir les normes applicables en ce qui concerne les prescriptions pour les conducteurs et câbles utilisés pour les connexions.

Les câbles d'alimentation des transformateurs d'indice de protection IPX0 ne doivent pas être plus légers que des câbles souples sous gaine caoutchouc (245 CEI 53) ou sous gaines ordinaires de polychlorure de vinyl (227 CEI 53).

- 21.5 La section nominale des câbles d'alimentation doit être au moins égale à celle indiquée dans le tableau VII.

Inlet and outlet openings for flexible cables or cords shall be of insulating material, or be provided with bushings of insulating material which is substantially free from ageing effects under conditions expected in service. The openings of bushings shall be so shaped as to prevent damage to the cable or cord.

Bushings for external wiring shall be reliably fixed and shall be such that they are unlikely to be damaged by the material in which they are mounted.

Bushings shall not be of natural rubber unless they form part of a cord guard (see Sub-clause 21.7).

These requirements do not preclude the use of removeable bushings.

Compliance is checked by inspection.

- 21.2 Stationary transformers shall be so designed that, after the transformer has been fixed to its support in the normal way, it shall be possible to connect the rigid or flexible conductors of the external wiring.

The use of appliance inlets in the input circuit of stationary transformers is not allowed.

The space for the wires inside the transformer shall be adequate to allow the conductors to be easily introduced and connected, and the cover, if any, fitted without risk of damage to the conductors or their insulation.

It shall be possible to connect the external supply wires to terminals without their insulation coming into contact with live parts of a different polarity from that of the relevant wire, including live parts of the output circuits.

Compliance is checked by inspection and by an installation test with conductors of the largest cross-sectional area specified in Sub-clause 22.3.

- 21.3 Void.

- 21.4 For requirements for the cables and cords used for connections, see the relevant standards.

Power supply cords of transformers with protection index IPX0 shall be not lighter than ordinary tough rubber sheathed flexible cord (code designation 245 IEC 53) or ordinary polyvinyl chloride sheathed flexible cord (code designation 227 IEC 53).

- 21.5 The nominal cross-sectional area of power supply cords shall be not less than that shown in Table VII.

TABLEAU VII

Sections nominales des câbles d'alimentation

Courant primaire pour la puissance assignée	Section nominale
A	mm ²
Jusqu'à 6 inclus	0,75
Au-dessus de 6 à 10 inclus	1
Au-dessus de 10 à 16 inclus	1,5
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

La vérification de la conformité est effectuée par examen et par des mesures.

- 21.6 Les câbles d'alimentation des transformateurs de la classe I doivent être pourvus d'un conducteur vert/jaune, qui est relié à la borne de terre du transformateur et au contact de terre de la fiche s'il existe.

Les câbles d'alimentation des transformateurs mobiles monophasés de courant primaire, ne dépassant pas 16 A à la puissance assignée, doivent être pourvus d'une fiche conforme à la Publication 83 de la CEI. Les autres transformateurs mobiles peuvent être pourvus d'une fiche conforme à la Publication 309 de la CEI.

La vérification de la conformité est effectuée par examen.

- 21.7 Les câbles d'alimentation doivent être fixés au transformateur par l'un ou l'autre des modes de fixation X, Y, M ou Z selon les indications particulières des Chapitres II, III, IV et V.

La vérification de la conformité est effectuée par examen et si nécessaire par un essai à la main.

- 21.7.1 Pour les fixations du type Z, le moulage sur l'enveloppe du transformateur et du câble d'alimentation ne doit pas affecter l'isolement du câble d'alimentation.

La vérification de la conformité est effectuée par examen.

- 21.7.2 Les entrées des câbles d'alimentation doivent être conçues et profilées, ou doivent être munies de traversées de telle façon que le revêtement du câble d'alimentation puisse être introduit sans risque de détérioration.

L'isolation entre le conducteur et l'enveloppe doit consister en l'isolation du conducteur et, en outre:

- pour les transformateurs de la classe I, au moins une isolation séparée;

TABLE VII

Nominal cross-sectional areas of supply cables or cords

Input current at rated output A	Nominal cross sectional areas mm ²
Up to and including 6	0,75
Over 6 up to and including 10	1
Over 10 up to and including 16	1,5
Over 16 up to and including 25	2,5
Over 25 up to and including 32	4
Over 32 up to and including 40	6
Over 40 up to and including 63	10

Compliance is checked by inspection and by measurement.

- 21.6 Power supply cords of Class I transformers shall be provided with a green/yellow covered core, which is connected to the earthing terminal of the transformer and to the earthing contact of the plug, if any.

Power supply cords of single-phase portable transformers having an input current at rated output not exceeding 16 A shall be provided with a plug complying with IEC Publication 83. Other portable transformers may be provided with a plug complying with IEC Publication 309.

Compliance is checked by inspection.

- 21.7 Power supply cords shall be attached to the transformer by type X, Y, M or Z attachments in accordance with Chapters II, III, IV and V.

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

- 21.7.1 For type Z attachments, moulding the enclosure of the transformer and the power supply cord together shall not affect the insulation of the cable or cord.

Compliance is checked by inspection.

- 21.7.2 Inlet openings shall be so designed and shaped, or shall be provided with an inlet bushing such that the protective covering of the power supply cord can be introduced without risk of damage.

The insulation between the conductor and the enclosure shall consist of the insulation of the conductor and, in addition:

- for Class I transformers, at least one separate insulation;

- pour les transformateurs de la classe II, au moins deux isolations séparées;

Une isolation séparée peut être réalisée par:

- soit la gaine d'un câble d'alimentation au moins équivalente à celle d'un câble conforme aux Publications 227 ou 245 de la CEI;
- soit par un revêtement isolant conforme aux prescriptions sur l'isolation supplémentaire;
- soit une traversée en matière isolante conforme aux prescriptions pour l'isolation supplémentaire, dans le cas d'enveloppes métalliques;
- soit une enveloppe en matière isolante, auquel cas deux isolations séparées ne sont pas nécessaires.

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

21.7.3 Les traversées:

- doivent être de forme telle qu'elles ne puissent endommager le câble d'alimentation;
- doivent être fixées de façon sûre;
- ne doivent pas pouvoir être enlevées sans l'aide d'un outil;
- ne doivent pas, pour une fixation du type X, faire partie intégrante du câble d'alimentation;
- ne doivent pas être en caoutchouc naturel sauf si la traversée fait partie intégrante de la gaine en caoutchouc d'un câble pour fixation du type M, du type Y et du type Z pour les transformateurs de la classe I.

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

21.7.4 Les transformateurs mobiles doivent être munis de protection à l'entrée du câble d'alimentation, à moins que l'entrée ou la traversée ne soit munie d'un orifice en évasement arrondi et lisse dont le rayon de courbure est égal au moins à 1,5 fois le diamètre extérieur du câble de la plus grande section nominale qui puisse être connecté.

Les dispositifs de protection des câbles:

- doivent être conçus de façon à protéger le câble, à l'entrée dans le transformateur, contre une courbure excessive;
- doivent être en matière isolante;
- doivent être fixés de façon sûre;
- doivent avoir une longueur, comptée extérieurement à partir de l'orifice d'entrée, au moins égale à cinq fois le diamètre extérieur du câble ou, pour les câbles méplats, cette longueur doit être au moins égale à cinq fois la plus grande dimension hors tout du câble livré avec le transformateur;

- for Class II transformers, at least two separate insulations.

A separate insulation may consist of:

- the sheath of a power supply cord at least equivalent to that of a cable or cord complying with IEC Publications 227 or 245;
- a lining of insulating material complying with the requirements for supplementary insulation;
- a bushing of insulating material complying with the requirements for supplementary insulation, in case of metal enclosures;
- an enclosure of insulating material, in which case two separate insulations are not necessary.

Compliance is checked by inspection and by manual test.

21.7.3 Inlet bushings shall:

- be so shaped as to prevent damage to the power supply cord;
- be reliably fixed;
- not be removable without the aid of a tool;
- not, for type X attachments, be integral with the power supply cord;
- not be of natural rubber, except if it is an integral part of the rubber sheath of the power supply cord for type M, type Y and type Z attachments for Class I transformers.

Compliance is checked by inspection and by manual test.

21.7.4 Portable transformers shall be provided with a cord guard at the inlet opening for the power supply cord, unless the inlet or bushing is provided with a smoothly rounded bell-mouthed opening having a radius of curvature at least equal to 1,5 times the overall diameter of the cable or cord with the largest cross-sectional area to be connected.

Cord guards shall:

- be so designed as to protect the cable or cord against excessive bending where it enters into the transformer;
- be of insulating material;
- be fixed in a reliable manner;
- project outside the transformer for a distance beyond the inlet opening of at least five times the overall diameter or, for flat cords, at least five times the major overall dimension of the cable or cord delivered with the transformer;

- ne doivent pas, pour les fixations du type X, faire partie intégrante du câble d'alimentation.

La vérification de la conformité est effectuée par examen, par des mesures et par l'essai suivant.

Le transformateur est essayé avec un câble dont la longueur est approximativement 10 cm.

Le transformateur est placé de façon que l'axe du dispositif de protection, au point de sortie du câble, fasse saillie d'un angle de 45° avec l'horizontale lorsque le câble est exempt de contrainte.

Une masse de $10 D^2$ g est alors attachée à l'extrémité libre du câble, D étant le diamètre extérieur en millimètres ou, pour les câbles méplats, la plus petite dimension hors tout du câble livré avec le transformateur.

Si le dispositif de protection est en matière sensible à la température, l'essai doit être effectué à une température de $(23 \pm 2) ^\circ\text{C}$.

Les câbles méplats sont pliés dans la direction perpendiculaire au plan contenant les axes du conducteur.

Immédiatement après l'accrochage de la masse, le rayon de courbure du câble ne doit être inférieur en aucun endroit à $1,5 D$.

Pour les dispositifs de protection qui ne sont pas conformes aux exigences dimensionnelles de ce paragraphe, un spécimen du dispositif ainsi que le câble fourni avec le transformateur sont soumis à un essai de flexion de 5 000 cycles. Le dispositif est monté sur le transformateur avec un câble ayant une longueur de 60 cm à 100 cm. Le transformateur étant maintenu fixe, on imprime des flexions au câble en le déplaçant, dans un plan, en avant et en arrière d'un angle de 180° environ. A la fin de l'essai, le dispositif et le câble ne doivent présenter aucun signe excessif d'abrasion ou d'usure.

- 21.7.5 Les transformateurs munis d'un câble d'alimentation doivent avoir des dispositifs d'arrêt de traction tels que les conducteurs soient protégés contre les efforts de traction, y compris de torsion, à l'endroit où ils sont raccordés à l'intérieur du transformateur et tels que l'isolation des conducteurs soit protégée contre l'abrasion.

Pour une fixation du type X, les presse-étoupe ne doivent pas être utilisés comme dispositifs d'arrêt de traction et de torsion pour les transformateurs mobiles, à moins qu'ils n'aient des dispositions permettant le serrage de tous les types de câbles qui peuvent être utilisés comme câble d'alimentation. Des méthodes de fabrication telles que le surmoulage, l'attachement du câble par un noeud ou la fixation des extrémités avec une ficelle ne sont pas autorisés; les chicanes ou moyens similaires sont autorisés pourvu qu'il soit clairement indiqué de quelle façon le câble d'alimentation doit être monté.

Pour une fixation du type X, les dispositifs d'arrêt de traction et de torsion doivent être conçus ou placés de façon que:

- le remplacement du câble puisse être effectué facilement;

- not, for type X attachments, be integral with the power supply cord.

Compliance is checked by inspection, by measurement and by the following test.

The transformer is tested with a cable or cord, of approximately 10 cm in length.

The transformer is so held that the axis of the cord guard, where the cable or cord leaves it, projects upwards at an angle of 45° to the horizontal when the cable or cord is free from stress.

A mass equal to $10 D^2$ grammes is then attached to the free end of the cable or cord, D being the overall diameter in millimetres, or, for flat cords, the minor overall dimension of the cable or cord delivered with the transformer.

If the cord guard is of material which is sensitive to temperature, the test is made at a temperature of $(23 \pm 2) ^\circ\text{C}$.

Flat cords are bent in a direction perpendicular to the plane containing the axes of the cores.

Immediately after the mass has been attached, the radius of curvature of the cable or cord shall nowhere be less than $1,5 D$.

For guards which do not comply with the dimensional requirements of this sub-clause, a specimen of the guard, together with the cable or cord delivered with the transformer, is subjected to 5 000 cycles of flexing. The guard is mounted in the transformer with a 60 cm to 100 cm length of cord. With the transformer held stationary, the guard is flexed by moving the cord back and forth in a plane through an angle of approximately 180°. At the end of the test, the guard and the cord shall show no signs of excessive abrasion or excessive wear.

- 21.7.5 Transformers provided with a power supply cord shall have cord anchorages such that the conductors are relieved from strain, including twisting, where they are connected within the transformer, and that the insulation of the conductors is protected from abrasion.

For type X attachments, glands shall not be used as cord anchorages in portable transformers unless they have provision for clamping all types and sizes of cables and cords which might be used as the power supply cord. Production methods, such as moulded-on designs, tying the cable or cord into a knot or tying the ends with string, are not allowed; labyrinths or similar means are permitted, provided that it is clear how the power supply cord is to be assembled.

For type X attachments, cord anchorages shall be so designed or located that:

- replacement of the cable or cord is easily possible;

- la façon de réaliser la protection contre la traction et la protection contre la torsion soit facile à reconnaître;
- ils soient efficaces pour les différents types de câbles qui peuvent être reliés, à moins que le transformateur soit conçu de telle façon qu'on ne puisse l'équiper que d'un seul type de câble;
- le câble ne puisse entrer en contact avec des vis de serrage de ces dispositifs, si ces vis sont accessibles ou en liaison électrique avec des parties métalliques accessibles;
- le câble ne soit pas maintenu par une vis métallique qui appuie directement sur le câble;
- une partie au moins du dispositif soit fixée de façon sûre au transformateur;
- les vis éventuelles, qui doivent être manoeuvrées lors du remplacement du câble, ne servent à fixer d'autres éléments, sauf si, lorsqu'elles sont oubliées ou fixées de façon incorrecte, le transformateur ne fonctionne plus ou est manifestement incomplet, ou à moins que les parties destinées à être fixées par ces vis ne puissent pas être enlevées sans l'aide d'un outil lors du remplacement du câble;
- pour les transformateurs de la classe I, ils soient en matière isolante ou s'ils sont métalliques, munis d'une enveloppe isolante, si un défaut d'isolation sur le câble peut rendre les parties métalliques accessibles actives;
- pour les transformateurs de la classe II, ils soient en matière isolante ou, s'ils sont métalliques, ils soient isolés des parties métalliques accessibles par une isolation qui satisfasse aux prescriptions de l'isolation supplémentaire.

Pour les fixations du type M, Y et Z, les conducteurs du câble d'alimentation doivent être isolés des parties métalliques accessibles par une isolation conforme aux prescriptions de l'isolation principale pour les transformateurs de la classe I et conforme aux prescriptions de l'isolation supplémentaire pour les transformateurs de la classe II.

Cette isolation peut consister en:

- une barrière isolante séparée, fixée au dispositif d'arrêt de traction et de torsion;
- un revêtement spécial fixé au câble, ou
- pour les transformateurs de la classe I, la gaine d'un câble sous gaine.

Pour les fixations du type M et Y, les dispositifs d'arrêt de traction et de torsion doivent être conçus de façon que:

- le remplacement du câble d'alimentation ne compromette pas la conformité à la présente norme;
- le câble ne puisse toucher les vis de serrage du dispositif d'arrêt, si ces vis sont accessibles ou en liaison électrique avec des parties métalliques accessibles;
- le câble ne soit pas maintenu par une vis métallique qui appuie directement sur le câble;

- it is clear how the relief from strain and the prevention of twisting are to be obtained;
- they are suitable for the different types of cable or cord which may be connected, unless the transformer is so designed that only one type of cable or cord can be fitted;
- the cable or cord cannot touch the clamping screws of the cord anchorage if these screws are accessible or electrically connected to accessible metal parts;
- the cord is not clamped by a metal screw which bears directly on the cord;
- at least one part of the cord anchorage is securely fixed to the transformer;
- screws, if any, which have to be operated when replacing the cable or cord do not serve to fix any other component, unless, when omitted or incorrectly mounted, they render the transformer inoperative or clearly incomplete or unless the parts intended to be fastened by them cannot be removed without the aid of a tool during the replacement of the cable or cord;
- for Class I transformers, they are of insulating material or, if of metal, are provided with an insulating lining if an insulation fault on the cable or cord could make accessible metal parts live;
- for Class II transformers, they are of insulating material, or, if of metal, are insulated from accessible metal parts by insulation complying with the requirements for supplementary insulation.

For type M, Y and Z attachments, the cores of the power supply cord shall be insulated from accessible metal parts by insulation complying with the requirements for basic insulation for Class I transformers and complying with the requirements for supplementary insulation for Class II transformers.

This insulation may consist of:

- a separate insulating barrier fixed to the cord anchorage;
- a special lining fixed to the cable or cord, or
- for Class I transformers, the sheath of a sheathed cable or cord.

For type M and Y attachments, cord anchorages shall be so designed that:

- the replacement of the power supply cord does not impair compliance with this standard;
- the cable or cord cannot touch clamping screws of the cord anchorage, if these screws are accessible or electrically connected to accessible metal parts;
- the cable or cord is not clamped by a metal screw which bears directly on the cable or cord;

- des noeuds dans le câble ne soient pas utilisés;
- les chicanes ou moyens analogues sont autorisés pourvu que soit clairement indiquée la façon de monter le câble d'alimentation;
- pour une fixation du type M, la façon de réaliser la protection contre la traction et la protection contre la torsion soit facile à reconnaître.

La vérification de la conformité est effectuée par examen et par l'essai suivant.

Pour une fixation du type X, le transformateur est muni d'un câble d'alimentation approprié. Les conducteurs sont introduits dans les bornes, les vis éventuelles des bornes étant serrées juste assez pour que les conducteurs ne puissent pas aisément changer de position. Le dispositif d'arrêt de traction et de torsion est utilisé dans les conditions normales, les vis de fixation étant serrées avec un couple égal aux deux tiers de celui spécifié au tableau XIV.

Les essais sont d'abord effectués avec le type de câble le plus léger admissible de la plus petite section spécifiée au tableau VII, puis avec le type de câble immédiatement plus lourd de la plus forte section spécifiée, à moins que le transformateur ne soit conçu de façon qu'on ne puisse l'équiper que d'un seul type de câble.

Pour les fixations du type M, Y et Z, le transformateur est essayé avec le câble en place.

Il ne doit pas être possible de repousser le câble à l'intérieur du transformateur à un point tel que le câble ou les parties internes du transformateur puissent être endommagés.

Le câble est ensuite soumis 25 fois à une force de traction dont la valeur est indiquée dans le tableau ci-dessous. Les tractions sont appliquées dans la direction la plus défavorable, sans secousse, chaque fois pendant 1 s.

Immédiatement après, le câble est soumis pendant 1 min à un couple de torsion dont la valeur est indiquée ci-après:

TABLEAU VIII

*Force de torsion et couple à appliquer aux essais
des câbles d'alimentation*

Masse du transformateur kg	Force de traction N	Couple de torsion Nm
Jusqu'à 1 inclus	30	0,1
Au-dessus de 1 à 4 inclus	60	0,25
Au-dessus de 4	100	0,35

Pendant les essais, le câble ne doit pas être endommagé.

- knots in the cord are not to be used;
- labyrinths or similar means are permitted, provided that it is clear how the power supply cord is to be assembled;
- for type M attachments, it is clear how the relief from strain and the prevention of twisting are to be obtained.

Compliance is checked by inspection and by the following test.

For type X attachments, the transformer is fitted with a suitable power supply cord. The conductors are introduced into the terminals, the terminal screws, if any, being tightened just sufficiently to prevent the conductors from easily changing their position. The cord anchorage is used in the normal way, its clamping screws being tightened with a torque equal to two-thirds of that specified in Table XIV.

The tests are first made with the lightest permissible type of cable or cord of the smallest cross-sectional area specified in Table VII and then with the next heavier type of cable or cord of the largest cross-sectional area specified, unless the transformer is so designed that only one type of cable or cord can be fitted.

For type M, Y and Z attachments, the transformer is tested with the cord in place.

It shall not be possible to push the cable or cord into the transformer to such an extent that the cable or cord, or internal parts of the transformer, could be damaged.

The cable or cord is then subjected 25 times to a pull of the value shown in the table below. The pulls are applied in the most unfavourable direction without jerks, each time for 1 s.

Immediately afterwards, the cable or cord is subjected for 1 min to a torque of the value shown in the following table.

TABLE VIII

Pull and torque to be applied to power supply cords

Mass of transformer kg	Pull N	Torque Nm
Up to and including 1	30	0,1
Over 1 up to and including 4	60	0,25
Over 4	100	0,35

During the tests, the cable or cord shall not be damaged.

Après les essais, on ne doit pas constater de déplacement longitudinal du câble de plus de 2 mm; les conducteurs ne doivent pas s'être déplacés dans les bornes sur une distance de plus de 1 mm et il ne doit pas y avoir de contrainte appréciable à la connexion.

Les lignes de fuite et distances d'isolement ne doivent pas être réduites au-dessous des valeurs spécifiées à l'article 25.

Pour mesurer le déplacement longitudinal on fait, avant les essais, une marque sur le câble soumis à la traction, à une distance d'environ 20 mm du dispositif d'arrêt de traction ou de torsion ou de tout autre point de référence approprié.

Après les essais, le déplacement de la marque est mesuré sur le câble par rapport au dispositif d'arrêt de traction et de torsion ou de tout autre point, le câble étant maintenu tendu.

21.7.6 Les espaces réservés aux conducteurs de connexion externes ou au câble d'alimentation, prévus à l'intérieur ou ajoutés comme partie du transformateur pour le raccordement:

- à une canalisation fixe et pour des fixations du type X, M et Y:
 - doivent être conçus de telle façon qu'ils permettent de vérifier, avant la mise en place du capot éventuel, que les conducteurs sont correctement raccordés et disposés;
 - doivent être conçus de façon que les capots éventuels puissent être mis en place sans risquer d'endommager les conducteurs d'alimentation ou leur isolement;
 - pour les transformateurs mobiles, doivent être conçus de telle façon que la partie non isolée du conducteur, si elle se détache de la borne, ne puisse venir en contact avec des parties métalliques accessibles, à moins que, pour des fixations du type M et du type Y, le câble soit muni de raccords qui ne soient pas susceptibles de s'échapper du conducteur;
- à une canalisation fixe et pour une fixation du type X, de plus:
 - doivent être adéquats pour permettre l'introduction et le raccordement faciles des conducteurs;
 - doivent être conçus de telle façon que les capots éventuels donnant accès aux bornes pour les conducteurs externes puissent être enlevés à l'aide d'un outil d'usage courant.

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

22. Bornes pour conducteurs externes

22.1 Les transformateurs destinés à être reliés à demeure aux canalisations fixes et les transformateurs autres que ceux munis d'un câble d'alimentation et pourvus d'une fixation de type Y ou Z doivent être pourvus de bornes dans lesquelles les connexions sont assurées au moyen de vis, écrous ou autres moyens aussi efficaces.

After the tests, the cable or cord shall not have been longitudinally displaced by more than 2 mm, and the conductors shall not have moved over a distance of more than 1 mm in the terminals, nor shall there be appreciable strain at the connection.

Creepage distances and clearances shall not be reduced below the values specified in Clause 25.

For the measurement of the longitudinal displacement, a mark is made on the cable or cord while it is subjected to the pull, at a distance of approximately 20 mm from the cord anchorage or other suitable point, before starting the tests.

After the tests, the displacement of the mark on the cable or cord in relation to the cord anchorage or other point is measured while the cable or cord is subjected to the pull.

21.7.6 The space for the supply cables or the power supply cord provided inside, or as a part of, the transformer for the connection:

- to fixed wiring and for type X, M and Y attachments:
 - . shall be so designed as to permit checking, before fitting the cover, if any, that the conductors are correctly connected and positioned;
 - . shall be so designed that covers, if any, can be fitted without risk of damage to the supply conductors or their insulation;
 - . for portable transformers, shall be so designed that the un-insulated end of the conductor, should it come free from the terminal, cannot come into contact with accessible metal parts, unless, for type M and Y attachments, the cord is provided with terminations that are unlikely to slip free of the conductor;
- to fixed wiring and for type X attachments, in addition:
 - . shall be adequate to allow the conductors to be easily introduced and connected;
 - . shall be so designed that covers, if any, giving access to terminals for external conductors can be removed with the aid of an all-purpose tool specially designed for this purpose.

Compliance is checked by inspection and by manual tests.

22. Terminals for external conductors

22.1 Transformers intended to be permanently connected to fixed wiring and transformers other than those provided with power supply cords and with type Y or X attachments shall be provided with terminals in which connection is made by means of screws, nuts or equally effective devices.

Les bornes sans vis jusqu'à 16 mm² inclus et les bornes à vis jusqu'à 35 mm² inclus suivant les Publications 685-1, 685-2-1 et 685-2-2 de la CEI sont considérées comme des moyens de raccordement ayant la même efficacité.

Pour les transformateurs munis d'un câble d'alimentation avec fixation du type X ou M, et dont la puissance assignée ne dépasse pas 250 VA, les connexions soudées peuvent être utilisées pour le raccordement des conducteurs externes, pourvu que le conducteur soit positionné ou fixé de telle façon que le maintien en position ne dépende pas seulement de la soudure, à moins que des cloisons soient prévues de sorte que les lignes de fuite et distances dans l'air entre les parties actives et les autres parties métalliques ne puissent pas être réduites à moins de 50% des valeurs spécifiées dans l'article 25, au cas où le conducteur s'échapperait de la connexion soudée.

Pour les transformateurs munis d'un câble d'alimentation avec les fixations du type Y et Z, des connexions par soudage, brasage, sertissage ou procédés analogues peuvent être utilisées pour le raccordement des conducteurs externes.

Pour les transformateurs de la classe II, les conducteurs doivent être placés ou fixés de telle façon que le maintien en position ne dépende pas seulement de la soudure, de la brasure ou du sertissage, à moins que les cloisons soient prévues de sorte que les lignes de fuite et distances dans l'air entre les parties actives et les autres parties métalliques ne puissent pas être réduites à moins de 50% des valeurs spécifiées à l'article 25, au cas où le conducteur s'échapperait de la connexion soudée ou brasée, ou glisserait de la connexion sertie.

En général, l'accrochage d'un conducteur avant soudage est considéré comme un moyen convenable pour maintenir en position le conducteur autre qu'un câble souple à fil rosette, pourvu que le trou dans lequel est passé le conducteur ne soit pas exagérément grand.

- 22.2 Les vis et les écrous pour le serrage des conducteurs externes doivent avoir un filetage métrique ISO ou un filetage ayant un pas et une résistance mécanique comparables. Ils ne doivent pas servir à fixer d'autres éléments: ils peuvent toutefois serrer des conducteurs internes si ceux-ci sont disposés de façon qu'ils ne soient pas susceptibles de se déplacer lors du raccordement des conducteurs d'alimentation.

Cette prescription s'applique à la fois aux circuits primaires et secondaires, mais n'exclut pas l'emploi de socles de prises de courant dans le circuit secondaire.

Des prescriptions pour des dispositifs de connexion élastiques et autres bornes sans vis ou écrous de serrage sont à l'étude.

- 22.3 Les bornes pour le raccordement à une canalisation fixe et celles pour les fixations du type X doivent permettre le raccordement de conducteurs ayant les sections nominales indiquées dans le tableau IX.

Screwless terminals up to and including 16 mm² or screw terminals up to and including 35 mm² according to IEC Publications 685-1, 685-2-1 and 685-2-2 are regarded as equally effective devices.

For transformers with type X or M attachments and having a rated input not exceeding 250 VA, soldered connections may be used for external conductors, provided that the conductor is so positioned or fixed that reliance is not placed upon the soldering alone to maintain the conductor in position, unless barriers are provided such that creepage distances and clearances between live parts and other metal parts cannot be reduced to less than 50% of the values specified in Clause 25, should the conductor break away at the soldered joint.

For transformers with type Y and type Z attachments, soldered, welded, crimped and similar connections may be used for external conductors.

For Class II transformers, the conductor shall be so positioned or fixed that reliance is not placed upon the soldering, crimping, or welding alone to maintain the conductor in position, unless barriers are provided such that creepage distances and clearances between live parts and other metal parts cannot be reduced to less than 50% of the values specified in Clause 25, should the conductor break away at the soldered or welded joint, or slip out of the crimped connections.

In general, hooking-in before soldering is considered to be a suitable means for retaining the conductor of a flexible cable or cord, other than a flat-twin tinsel cord, in position, provided that the hole through which the conductor is passed is not unduly large.

- 22.2 Screws and nuts which clamp external conductors, shall have a metric ISO thread or a thread comparable in pitch and mechanical strength. They shall not serve to fix any other component, except that they may also clamp internal conductors if these are so arranged that they are unlikely to be displaced when fitting the supply conductors.

This requirement applies to both the input and output circuits, but does not preclude the use of socket-outlets in the output circuit.

Requirements for resilient connecting means and other terminals without clamping screws or nuts are under consideration.

- 22.3 Terminals for connection to fixed wiring and those for type X attachment shall allow the connection of conductors having nominal cross-sectional areas as shown in Table IX.

TABLEAU IX
Capacité des bornes

Courant déduit de la puissance assignée et de la tension assignée A	Section nominale mm ²	
	Câbles souples	Conducteurs ou câbles pour installations fixes
Jusqu'à 6 inclus	0,75	1 à 2,5
Au-dessus de 6 à 10 inclus	1 à 1,5	1 à 2,5
Au-dessus de 10 à 16 inclus	1 à 2,5	1,5 à 4
Au-dessus de 16 à 25 inclus	1,5 à 4	2,5 à 6
Au-dessus de 25 à 32 inclus	2,5 à 6	4 à 10
Au-dessus de 32 à 40 inclus	4 à 10	6 à 16
Au-dessus de 40 à 63 inclus	6 à 16	10 à 25
Au-dessus de 63 à 80 inclus	-	16 à 35
Au-dessus de 80 à 100 inclus	-	25 à 50
Au-dessus de 100 à 125 inclus	-	35 à 70
Au-dessus de 125 à 160 inclus	-	50 à 95
Au-dessus de 160 à 200 inclus	-	70 à 120
Au-dessus de 200	-	A l'étude

L'attention est attirée sur le fait que, pour des raisons pratiques, par exemple chute de tension excessive dans le circuit secondaire, on peut être amené à utiliser des conducteurs de section supérieure à celles indiquées dans le tableau IX et à majorer en conséquence la capacité des bornes.

La vérification de la conformité aux prescriptions des paragraphes 22.1, 22.2 et 22.3 consiste à effectuer un examen, des mesures et à raccorder des câbles de la plus petite et de la plus grande section spécifiées.

22.4 Les bornes pour des fixations du type M, Y et Z doivent être adaptées à leur fonction.

La vérification de la conformité aux prescriptions des paragraphes 22.1, 22.2 et 22.4 est faite par examen et en appliquant une force de traction de 5 N à la connexion, immédiatement avant l'essai du paragraphe 13.2.

22.5 Pour les transformateurs autres que ceux munis de câbles d'alimentation et autres que ceux munis de fixation du type Y ou Z, les bornes doivent être fixées de façon que, lorsqu'on serre ou desserre l'organe de serrage, la borne ne puisse pas prendre de jeu, les conducteurs internes ne soient pas soumis à des contraintes, et les lignes de fuite et les distances dans l'air ne soient pas réduites au-dessous des valeurs spécifiées à l'article 25.

TABLE IX
Capacity of terminals

Current deduced from rated output and voltage A	Nominal cross-sectional area mm ²	
	Flexible cables	Cables and cords for fixed wiring
Up to and including 6	0,75	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 16	1 to 2,5	1,5 to 4
Over 16 up to and including 25	1,5 to 4	2,5 to 6
Over 25 up to and including 32	2,5 to 6	4 to 10
Over 32 up to and including 40	4 to 10	6 to 16
Over 40 up to and including 63	6 to 16	10 to 25
Over 63 up to and including 80	-	16 to 35
Over 80 up to and including 100	-	25 to 50
Over 100 up to and including 125	-	35 to 70
Over 125 up to and including 160	-	50 to 95
Over 160 up to and including 200	-	70 to 120
Over 200	-	Under consideration

Attention is drawn to the fact that for practical reasons, for example an excessive voltage drop in the output circuit, cables or cords with cross-sectional area higher than those in Table IX may be required and, consequently, it may be necessary to increase the capacity of the terminals.

Compliance with the requirements of Sub-clauses 22.1, 22.2 and 22.3 is checked by inspection, by measurement and by fitting cables or cords of the smallest and largest cross-sectional areas specified.

22.4 Terminals for type M, Y and Z attachments shall be suitable for their purpose.

Compliance with the requirements of Sub-clauses 22.1, 22.2 and 22.4 is checked by inspection and by applying a pull to the connection of 5 N immediately before the test of Sub-clause 13.2.

22.5 For transformers other than those provided with supply leads and those with type Y or Z attachments, terminals shall be so fixed that, when the clamping means is tightened or loosened, the terminal does not work loose, internal wiring is not subjected to stress and creepage distances and clearances are not reduced below the values specified in Clause 25.

- 22.6 Pour les transformateurs autres que ceux munis de conducteurs d'alimentation et autres que ceux pour fixation du type Y ou Z, les bornes doivent être conçues de façon que l'âme du conducteur soit serrée entre des surfaces métalliques avec une pression de contact suffisante, sans dommage pour l'âme.

La vérification de la conformité aux prescriptions des paragraphes 22.5 et 22.6 est effectuée par examen et par des mesures, après avoir serré et desserré dix fois un conducteur de la plus grande section spécifiée au paragraphe 22.3, le couple de serrage appliqué étant égal aux deux tiers du couple de torsion spécifié à l'article 24.

L'utilisation de matière de remplissage sans autre moyen de blocage ne constitue pas une protection suffisante. Des résines durcissant à l'air peuvent cependant être utilisées pour bloquer des bornes qui ne sont pas soumises à des efforts de torsion en usage normal.

- 22.7 Pour les transformateurs dont les bornes sont prévues pour le raccordement à des canalisations fixes et pour les transformateurs munis de fixations du type X ou M, chaque borne doit être placée au voisinage de la ou des bornes associées de polarité différente et de la borne de terre éventuelle.

La vérification de la conformité est effectuée par examen.

- 22.8 Les plaques à bornes et dispositifs similaires ne doivent pas être accessibles sans l'aide d'un outil, même si leurs parties actives ne sont pas accessibles.

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

- 22.9 Les bornes ou raccordements des transformateurs munis de fixation du type X ou M doivent être placés ou abrités de façon que, si un brin d'une âme câblée vient à se détacher après raccordement des conducteurs, il n'y ait pas de risque de contact accidentel entre des parties actives et des parties métalliques accessibles et, pour les transformateurs de la classe II, entre des parties actives et des parties métalliques séparées des parties métalliques accessibles par une isolation supplémentaire seulement.

La vérification de la conformité est effectuée par examen, par un essai à la main et par l'essai suivant.

L'extrémité d'un conducteur souple ayant la section nominale spécifiée à l'article 21 est dépouillée de son enveloppe isolante sur une longueur de 8 mm. Un brin du conducteur est décâblé et les autres brins sont introduits complètement et serrés dans la borne.

Le brin décâblé est plié, sans déchirer l'enveloppe isolante, dans toutes les directions possibles, mais sans angles vifs le long des cloisons. Le brin décâblé d'un conducteur relié à une borne active ne doit toucher aucune partie métallique accessible ou en liaison avec une partie métallique accessible ou, pour les transformateurs de la classe II, aucune partie métallique séparée des parties métalliques accessibles par une isolation supplémentaire seulement. Le brin décâblé d'un conducteur relié à une borne de terre ne doit toucher aucune partie active.

- 22.6 For transformers other than those provided with supply leads and those with type Y or Z attachments, terminals shall be so designed that they clamp the conductor between metallic surfaces with sufficient contact pressure and without damage to the conductor.

Compliance with the requirements of Sub-clauses 22.5 and 22.6 is checked by inspection and by measurement after fastening and loosening ten times a conductor of the largest cross-sectional area specified in Sub-clauses 22.3, the torque applied being equal to two-thirds of the torque specified in Clause 24.

Locking with sealing compound, without other means of clamping is not considered sufficient. Self-hardening resins may however be used to lock terminals which are not subjected to torsion in normal use.

- 22.7 For transformers where terminals are provided for the connection to fixed wiring and for transformers with type X or M attachments, each terminal shall be located near its associated terminal, or terminals, of different polarity and to the earthing terminal, if any.

Compliance is checked by inspection.

- 22.8 Terminal blocks and similar devices shall not be accessible without the aid of a tool, even if their live parts are not accessible.

Compliance is checked by inspection and by manual test.

- 22.9 Terminals or terminations of transformers with type X or M attachment shall be so located or shielded that, should a wire of a stranded conductor escape, when the conductors are fitted, there shall be no risk of accidental connection between live parts and accessible metal parts and, in the case of Class II transformers, between live parts and metal parts separated from accessible metal parts by supplementary insulation only.

Compliance is checked by inspection, by manual test and by the following test.

An 8 mm length of insulation is removed from the end of a flexible conductor having a nominal cross-sectional area as specified in Clause 21. One wire of the stranded conductor is left free and the other wires are fully inserted into and clamped in the terminal.

The free wire is bent, without tearing the insulation back, in every possible direction, but without making sharp bends round barriers. The free wire of a conductor connected to a live terminal shall not touch any metal part which is accessible or is connected to an accessible metal part or, for Class II transformers, any metal part which is separated from accessible metal parts by supplementary insulation only. The free wire of a conductor connected to an earthing terminal shall not touch any live part.

- 22.10 Les bornes doivent être conçues ou disposées de façon que l'âme du conducteur ne puisse pas s'échapper lors du serrage des vis ou des écrous.

Les bornes pour le raccordement de conducteurs de section nominale ne dépassant pas 6 mm² ne doivent pas exiger une préparation spéciale des âmes pour réaliser une connexion correcte. Cette prescription ne s'applique pas aux fixations de type Y et Z.

La vérification de la conformité est effectuée par examen des bornes et des âmes, après l'essai du paragraphe 22.5.

L'expression "préparation spéciale des âmes" comprend le soudage des brins, l'utilisation de cosses, la confection d'oeillets, etc., mais non la remise en forme de l'âme avant son introduction dans la borne, ni le retoronnage des brins d'une âme câblée pour consolider l'extrémité.

On considère comme endommagées des âmes présentant des entailles profondes ou cisailées.

- 22.11 Les bornes à trou doivent avoir les dimensions minimales indiquées dans le tableau X, mais la longueur de la partie taraudée dans la borne peut être réduite, si la résistance mécanique est suffisante et si au moins deux filets complets sont en prise lorsqu'un conducteur de la plus petite section spécifiée au paragraphe 22.3 est serré à fond.

TABLEAU X
Dimensions des bornes à trous

Courant déduit de la puissance assignée et de la tension assignée A	Diamètre nominal minimal de la partie filetée mm	Diamètre minimal du trou pour le conducteur mm	Longueur minimale de la partie taraudée dans la borne mm	Différence maximale entre le diamètre du trou et le diamètre nominal de la partie filetée mm
Jusqu'à 10 inclus	3,0*	3,0	2,0	0,6
Au-dessus de 10 à 16 inclus	3,5	3,5	2,5	0,6
Au-dessus de 16 à 25 inclus	4,0	4,0	3,0	0,6
Au-dessus de 25 à 32 inclus	4,0	4,5	3,0	1,0
Au-dessus de 32 à 40 inclus	5,0	5,5	4,0	1,3
Au-dessus de 40 à 63 inclus	6,0	7,0	4,0	1,5
Au-dessus de 63 à 100 inclus	8,0	10,0	5,0	2,0
Au-dessus de 100 à 200 inclus	12,0	15,0	6,0	4,0

* Peut être réduit à 2,8 mm pour permettre l'utilisation de pas BA ou UNF/UNC.

Les bornes doivent être pourvues d'au moins deux vis de serrage si le courant dépasse 25 A.

- 22.10 Terminals shall be so designed or positioned that the conductor cannot slip out when the clamping screws or nuts are tightened.

Terminals for the connection of conductors with a nominal cross-sectional area not exceeding 6 mm² shall not require special preparation of the conductor in order to effect correct connection. This requirement is not applicable to type Y and Z attachments.

Compliance is checked by inspection of the terminals and of the conductors, after the test of Sub-clause 22.5.

The term "special preparation of the conductor" includes soldering of the strands, use of cable lugs, formation of eyelets, etc. but does not include the reshaping of the conductor before its introduction into the terminal or the twisting of a stranded conductor to consolidate the end.

Conductors are considered to be damaged if they show deep or sharp indentations.

- 22.11 Pillar type terminals shall have minimum dimensions as shown in Table X, except that the length of the thread in the pillar may be reduced if the mechanical strength is adequate and at least two full threads are in engagement when a conductor of the smallest cross-sectional area specified in Sub-clause 22.4 is tightly clamped.

TABLE X
Dimensions of pillar type terminals

Current deduced from rated output and rated voltage	Minimum nominal thread diameter mm	Minimum diameter of hole for conductor diameter mm	Minimum length of thread in pillar mm	Maximum difference between diameter of hole and nominal thread mm
Up to and including 10	3,0*	3,0	2,0	0,6
Over 10 up to and including 16	3,5	3,5	2,5	0,6
Over 16 up to and including 25	4,0	4,0	3,0	0,6
Over 25 up to and including 32	4,0	4,5	3,0	1,0
Over 32 up to and including 40	5,0	5,5	4,0	1,3
Over 40 up to and including 63	6,0	7,0	4,0	1,5
Over 63 up to and including 100	8,0	10,0	5,0	2,0
Over 100 up to and including 200	12,0	15,0	6,0	4,0

* May be reduced to 2,8 mm to allow use of BA or UNF/UNC threads.

Terminals shall be provided with at least two clamping screws if the current exceeds 25 A.

La longueur de la partie filetée de la vis de la borne doit être au moins égale à la somme du diamètre du trou pour le conducteur et de la longueur de la partie taraudée dans la borne.

La surface contre laquelle le conducteur est pressé doit être sans cavité ni arête vive.

De telles bornes doivent être conçues et placées de façon que l'extrémité d'un conducteur introduit dans le trou soit visible ou puisse dépasser le trou taraudé d'une longueur au moins égale à la moitié du diamètre nominal de la vis ou 2,5 mm, suivant la valeur la plus élevée.

La longueur de la partie taraudée dans la borne est mesurée à partir du point d'intersection du filet et du trou pour le conducteur.

Si la partie taraudée dans la borne est en retrait, la longueur des vis avec tête doit être augmentée en conséquence.

La partie contre laquelle le conducteur est pressé n'est pas nécessairement d'une seule pièce avec la partie qui porte la vis de serrage.

22.12 Les bornes à serrage sous tête de vis doivent avoir des dimensions au moins égales à celles indiquées dans le tableau XI, mais la longueur de la partie taraudée dans la borne et la longueur de la partie filetée de la vis peuvent être réduites si la résistance mécanique est suffisante et si au moins deux filets complets sont en prise lorsqu'un conducteur de la plus grande section spécifiée au paragraphe 22.4 est légèrement serré.

Les vis dont la partie filetée a un diamètre nominal de 8 mm ou plus doivent être prévues pour être serrées à l'aide d'une clef ou d'un dispositif analogue.

Si la longueur requise pour la partie taraudée dans la borne est obtenue par enfoncement, le bord de l'extrusion doit être suffisamment lisse et la longueur de la partie taraudée doit dépasser d'au moins 0,5 mm la valeur minimale spécifiée.

La longueur de l'extrusion ne doit pas être supérieure à 80% de l'épaisseur initiale du métal, à moins que la résistance mécanique ne soit adéquate.

S'il est interposé entre la tête de la vis et le conducteur, un organe intermédiaire, par exemple une plaquette de serrage, la longueur de la partie filetée de la vis doit être augmentée en conséquence, mais le diamètre de la tête de vis peut être réduit de:

- 1 mm pour les courants ne dépassant pas 16 A;
- 2 mm pour les courants dépassant 16 A.

Un tel organe intermédiaire doit être protégé contre la rotation.

The length of the threaded part of the terminal screw shall not be less than the sum of the diameter of the hole for the conductor and the length of the thread in the pillar.

The surface against which the conductor is clamped shall be free from sharp indentations or projections.

Such terminals shall be so designed and located that the end of a conductor introduced into the hole is visible, or can pass beyond the threaded hole for a distance at least equal to half the nominal diameter of the screw or 2,5 mm, whichever is the greater.

The length of the thread in the pillar is measured to the point where the thread is first broken by the hole for the conductor.

The length of headed screws must be increased accordingly if the thread in the pillar is recessed.

The part against which the conductor is clamped need not necessarily be integral with the part carrying the clamping screw.

- 22.12 Screw terminals shall have dimensions not less than those shown in Table XI, except that the length of the thread in the screw hole or nut and the length of thread on the screw may be reduced if the mechanical strength is adequate and at least two full threads are in engagement when a conductor of the largest cross-sectional area specified in Sub-clause 22.4 is lightly clamped.

Screws with a nominal thread diameter of 8 mm or more shall have provision for tightening by means of a spanner or the like.

If the required length of thread in a terminal screw hole is obtained by plunging, the edge of the extrusion shall be reasonably smooth and the length of thread shall exceed the specified minimum value by at least 0,5 mm.

The length of the extrusion shall be not more than 80% of the original thickness of the metal, unless the mechanical strength is adequate.

If an intermediate part, such as a pressure plate, is used between the head of the screw and the conductor, the length of thread on the screw shall be increased accordingly, but the diameter of the head of the screw may be reduced by:

- 1 mm for currents not exceeding 16 A;
- 2 mm for currents exceeding 16 A.

Such an intermediate part shall be locked against rotation.

TABLEAU XI

Dimensions minimales des bornes à serrage sous tête de vis

Courant déduit de la puissance assignée et de la tension assignée A	Diamètre nominal de la partie filetée		Longueur de la partie filetée de la vis mm	Longueur de la partie taraudée dans la borne mm	Différence nominale entre les diamètres de la tête et du corps de la vis mm	Hauteur de la tête de la vis mm
	Une vis mm	Plusieurs vis mm*				
Jusqu'à 10 inclus	3,5(3,0)	3,0	4,0(3,5)	1,5	3,5(3,0)	2,0(1,8)
Au-dessus de 10 à 16 inclus	4,0	3,5	5,5	2,5	4,0	2,4
Au-dessus de 16 à 25 inclus	5,0	4,0	6,5	3,0	5,0	3,0
Au-dessus de 25 à 32 inclus	5,0	4,0	7,5	3,0	5,0	3,5
Au-dessus de 32 à 40 inclus	5,0	4,0	8,5	3,0	5,0	3,5
Au-dessus de 40 à 63 inclus	6,0	5,0	10,5	3,5	6,0	5,0
Au-dessus de 63 à 100 inclus	8,0	6,0	14,0	5,0	8,0	6,0
Au-dessus de 100 à 200 inclus	12,0	10,0	20,0	6,0	12,0	8,0

Les valeurs entre parenthèses s'appliquent seulement aux transformateurs mobiles.

* Ces vis ne peuvent être utilisées qu'avec un organe intermédiaire.

Si la partie taraudée dans la borne est en retrait, la longueur des vis avec tête doit être augmentée en conséquence.

22.13 Les bornes à goujon fileté doivent être pourvues de rondelles et doivent avoir les dimensions indiquées dans le tableau XII.

TABLEAU XII

Dimensions des bornes à goujon fileté

Courant déduit de la puissance assignée et de la tension assignée mm	Diamètre nominal de la partie filetée (minimal) mm	Différence entre le diamètre de la partie filetée et	
		le diamètre intérieur des rondelles (maximal) mm	le diamètre extérieur des rondelles (minimal) mm
Jusqu'à 10 inclus	3,0	0,4	4,0
Au-dessus de 10 à 16 inclus	3,5	0,4	4,5
Au-dessus de 16 à 25 inclus	4,0	0,5	5,0
Au-dessus de 25 à 32 inclus	4,0	0,5	5,5
Au-dessus de 32 à 63 inclus	6,0	0,5	7,0

TABLE XI

Minimum dimensions of screw terminals

Current deduced from rated output and rated voltage A	Nominal thread diameter		Length of thread on screw or nut mm	Length of thread in screw hole mm	Nominal difference between diameter of head and shank of screw mm	Height of head of screw mm
	One screw mm	More than one screw mm*				
Up to and including 10	3,5(3,0)	3,0	4,0(3,5)	1,5	3,5(3,0)	2,0(1,8)
Over 10 up to and including 16	4,0	3,5	5,5	2,5	4,0	2,4
Over 16 up to and including 25	5,0	4,0	6,5	3,0	5,0	3,0
Over 25 up to and including 32	5,0	4,0	7,5	3,0	5,0	3,5
Over 32 up to and including 40	5,0	4,0	8,5	3,0	5,0	3,5
Over 40 up to and including 63	6,0	5,0	10,5	3,5	6,0	5,0
Over 63 up to and including 100	8,0	6,0	14,0	5,0	8,0	6,0
Over 100 up to and including 200	12,0	10,0	20,0	6,0	12,0	8,0

The values in brackets apply to portable transformers only.

* These screws may only be used with an intermediate part.

If the thread in the screw hole or nut is recessed, the length of headed screws shall be increased accordingly.

22.13 Stud terminals shall be provided with washers and shall have dimensions as shown in Table XII.

TABLE XII

Dimensions of stud terminals

Current deduced from rated output and rated voltage mm	Nominal thread diameter (minimum) mm	Difference between thread diameter and	
		inner diameter of washers (maximum) mm	outer diameter of washers (minimum) mm
Up to and including 10	3,0	0,4	4,0
Over 10 up to and including 16	3,5	0,4	4,5
Over 16 up to and including 25	4,0	0,5	5,0
Over 25 up to and including 32	4,0	0,5	5,5
Over 32 up to and including 63	6,0	0,5	7,0

La vérification de la conformité aux prescriptions des paragraphes 22.11 à 22.13 est effectuée par examen, par des mesures et, si nécessaire, par les essais du paragraphe 22.10. Un écart en moins de 0,15 mm est admis par rapport aux valeurs nominales du diamètre de la partie filetée et par rapport aux valeurs nominales de la différence entre les diamètres de la tête et du corps de la vis.

Si une ou plusieurs dimensions prescrites aux paragraphes 22.11 à 22.13 sont supérieures à la valeur spécifiée, cela n'implique pas que les autres dimensions doivent être augmentées en conséquence, mais les écarts par rapport aux valeurs spécifiées ne doivent pas compromettre l'utilisation de la borne.

22.14 Si la longueur de la partie taraudée dans la borne à trou, le trou pour la vis ou l'écrou, ou la longueur de la partie filetée de la vis, est inférieure à celle indiquée dans le tableau correspondant, ou si la longueur de l'extrusion est supérieure à 80% de l'épaisseur initiale du métal, la résistance mécanique de la borne est vérifiée par les essais suivants.

Les vis et écrous sont soumis à l'essai du paragraphe 24.1, mais le couple de serrage est porté à 1,2 fois le couple spécifié.

Après cet essai, la borne ne doit présenter aucun dommage nuisant à son emploi ultérieur.

Puis un conducteur est de nouveau serré, comme il est spécifié au paragraphe 22.5, et est alors soumis pendant 1 min à une force de traction axiale, appliquée sans secousse, dont la valeur est indiquée dans le tableau XIII.

TABLEAU XIII
Valeurs des forces de traction axiales

Courant déduit de la puissance assignée et de la tension assignée A	Force de traction N
Jusqu'à 6 inclus	40
Au-dessus de 6 à 16 inclus	50
Au-dessus de 16 à 25 inclus	60
Au-dessus de 25 à 32 inclus	80
Au-dessus de 32 à 40 inclus	90
Au-dessus de 40 à 63 inclus	100

Pendant cet essai, le conducteur ne doit pas se déplacer dans la borne de façon appréciable.

Pour les courants dépassant 63 A, la valeur de la force de traction est à l'étude.

Compliance with the requirements of Sub-clauses 22.11 to 22.13 is checked by inspection, by measurement and, if necessary, by the tests of Sub-clause 22.10. A negative deviation of 0,15 mm is allowed for the nominal thread diameter and for the nominal difference between diameters of head and shank of the screw.

If one or more of the dimensions required in Sub-clauses 22.11 to 22.13 is larger than specified, the other dimensions need not be correspondingly increased, but departures from the specified values should not impair the use of the terminal.

22.14 If the length of thread in the pillar, screw hole or nut, or the length of thread on the screw is smaller than that shown in the relevant table, or if the length of the extrusion is more than 80% of the original thickness of the metal, the mechanical strength of the terminal is checked by the following tests.

Screws and nuts are subjected to the test of Sub-clause 24.1 but with the torque increased to 1,2 times the torque specified.

After this test, the terminal shall show no damage impairing its further use.

A conductor is then fastened once more, as specified in Sub-clause 22.5, and, while clamped, is subjected for 1 min to an axial pull, applied without jerks, of the value shown in Table XIII.

TABLE XIII
Values of axial pull

Current deduced from rated output and rated voltage A	Pull N
Up to and including 6	40
Over 6 up to and including 16	50
Over 16 up to and including 25	60
Over 25 up to and including 32	80
Over 32 up to and including 40	90
Over 40 up to and including 63	100

During this test, the conductor shall not move noticeably in the terminal.

For currents exceeding 63 A, the value for the pull is under consideration.

- 22.15 Les vis de bornes ne doivent pouvoir entrer en contact, lorsqu'elles sont desserrées autant qu'il est possible, avec aucune partie métallique accessible ou en liaison avec une partie métallique accessible ou, pour les transformateurs de la classe II, avec des parties métalliques inaccessibles.

La vérification de la conformité est effectuée par examen pendant l'essai des paragraphes 22.3 et 22.4.

23. Dispositions en vue de la mise à la terre

- 23.1 Les parties métalliques accessibles des transformateurs de la classe I qui peuvent être mises sous tension en cas de défaut d'isolement doivent être reliées en permanence et de façon sûre à une borne de terre de protection placée à l'intérieur du transformateur.

Les transformateurs de la classe II ne doivent comporter aucune disposition en vue de la mise à la terre du transformateur.

La vérification de la conformité est effectuée par examen.

Si des parties métalliques accessibles sont séparées des parties actives par des parties métalliques reliées à la borne de terre de protection, ou si elles sont séparées des parties actives par une double isolation ou une isolation renforcée, elles ne sont pas considérées, pour l'application de cette prescription, comme susceptibles d'être mises sous tension en cas de défaut d'isolement.

- 23.2 Les bornes de terre de protection pour le raccordement à des canalisations fixes et les bornes de terre de protection des transformateurs munis de fixation du type X ou M doivent satisfaire aux prescriptions de l'article 22; leurs organes de serrage doivent être protégés efficacement contre un desserrage accidentel et il ne doit pas être possible de les desserrer sans l'aide d'un outil.

La vérification de la conformité est effectuée par examen, par un essai à la main et par les essais de l'article 22.

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

- 23.3 Toutes les parties de la borne de terre de protection doivent être telles qu'il n'y ait pas de risque de corrosion résultant du contact entre ces parties et le cuivre du conducteur de protection ou de tout autre métal en contact avec ces parties.

Le corps de la borne de terre de protection doit être en laiton ou en un autre métal résistant aussi bien à la corrosion, à moins qu'il ne fasse partie intégrante du châssis métallique ou de l'enveloppe métallique, auquel cas la vis ou l'écrou doit être en laiton ou en un autre métal résistant aussi bien à la corrosion.

- 22.15 Terminal screws shall not come into contact with any metal part which is accessible or is connected to an accessible metal part or, for Class II transformers, inaccessible metal parts, when loosened as far as possible.

Compliance is checked by inspection during the test of Sub-clauses 22.3 and 22.4.

23. Provision for protective earthing

- 23.1 Accessible metal parts of Class 1 transformers which may become live in the event of an insulation fault, shall be permanently and reliably connected to a protective earthing terminal within the transformer.

Class II transformers shall have no provision for earthing the transformer.

Compliance is checked by inspection.

If accessible metal parts are screened from live parts by metal parts which are connected to the protective earthing terminal, or if they are separated from live parts by double insulation or reinforced insulation, they are not, for the purpose of this requirement, regarded as likely to become live in the event of an insulation fault.

- 23.2 Protective earthing terminals for connection to fixed wiring and protective earthing terminals of transformers with type X and M attachments shall comply with the requirements of Clause 22. Their clamping means shall be adequately locked against accidental loosening and it shall not be possible to loosen them without the aid of a tool.

Compliance is checked by inspection, by manual test and by the tests of Clause 22.

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

- 23.3 All parts of the protective earthing terminal shall be such that there is no risk of corrosion resulting from contact between these parts and the copper of the earthing conductor, or any other metal that is in contact with these parts.

The body of the protective earthing terminal shall be of brass or other metal not less resistant to corrosion, unless it is a part of the metal frame or enclosure, in which case the screw or nut shall be of brass or other metal not less resistant to corrosion.

Si le corps de la borne de terre fait partie intégrante d'un châssis ou d'une enveloppe en aluminium ou en alliage d'aluminium, des dispositions doivent être prises pour éliminer le risque de corrosion résultant du contact entre le cuivre et l'aluminium ou ses alliages.

La vérification de la conformité est effectuée par examen.

Des prescriptions plus détaillées sont à l'étude.

23.4 Disponible.

23.5 La connexion entre la borne de terre de protection et les parties du matériel qui doivent y être reliées doit présenter une faible résistance.

La vérification de la conformité est effectuée par l'essai suivant.

On fait passer entre la borne de terre de protection et successivement chacune des parties métalliques accessibles, un courant fourni par une source à courant alternatif dont la tension à vide ne dépasse pas 12 V, l'intensité du courant étant égale soit à 1,5 fois le courant assigné primaire, soit à 25 A, en prenant la plus grande de ces deux valeurs.

Le courant primaire assigné est défini comme le quotient de la puissance assignée par la tension primaire assignée ou pour les transformateurs polyphasés par $\sqrt{n}$ fois la tension primaire assignée.

La chute de tension est mesurée entre la borne de terre et la partie métallique accessible, et la résistance est calculée à partir du courant et de cette chute de tension.

En aucun cas, la résistance ne doit dépasser 0,1 Ω .

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

La résistance du câble souple n'est pas comprise dans la mesure de la résistance.

24. Vis et connexions

24.1 Les assemblages et les connexions électriques réalisés au moyen de vis doivent être capables de résister aux efforts mécaniques qui se produisent en usage normal.

Les vis destinées à assurer des contacts et les vis susceptibles d'être manoeuvrées par l'utilisateur et ayant un diamètre nominal inférieur à 2,8 mm doivent se visser dans une partie métallique.

Les vis ne doivent pas être en métal tendre ou sujet au fluage, tel que le zinc ou l'aluminium.

Les vis en matière isolante doivent avoir un diamètre nominal d'au moins 2,8 mm; elles ne doivent être utilisées pour aucune liaison électrique.

If the body of the protective earthing terminal is a part of a frame or enclosure of aluminium or aluminium alloy, precautions shall be taken to avoid the risk of corrosion resulting from contact between copper and aluminium or its alloys.

Compliance is checked by inspection.

More detailed requirements are under consideration.

23.4 Void.

- 23.5 The connection between the protective earthing terminal and parts required to be connected thereto shall be of low resistance.

Compliance is checked by the following test.

A current derived from an a.c. source having a no-load voltage not exceeding 12 V and equal to 1,5 times rated input current or to 25 A, whichever is the greater, is passed between the protective earthing terminal and each of the accessible metal parts in turn.

Rated input current is determined as the quotient of the rated output by the rated supply voltage or, for polyphase transformers, by $\sqrt{n}$ times the rated supply voltage.

The voltage drop between the protective earthing terminal and the accessible metal part is measured, and the resistance calculated from the current and this voltage drop.

In no case shall the resistance exceed 0,1 Ω .

Care is taken that the contact resistance between the tip of the measuring probe and the metal part under test does not influence the test results.

The resistance of the flexible cable or cord is not included in the resistance measurement.

24. Screws and connections

- 24.1 Screwed connections, electrical or otherwise, shall withstand the mechanical stresses occurring in normal use.

Screws transmitting contact pressure and screws which are likely to be tightened by the user and have a nominal diameter less than 2,8 mm shall screw into metal.

Screws shall not be of metal which is soft or liable to creep, such as zinc or aluminium.

Screws of insulating material shall have a nominal diameter of at least 2,8 mm; they shall not be used for any electrical connection.

Les vis ne doivent pas être en matière isolante si leur remplacement par une vis métallique peut compromettre l'isolation principale entre circuits primaire et secondaire, isolation supplémentaire et isolation renforcée; de même, les vis qui peuvent être enlevées lors du remplacement d'un câble d'alimentation ne doivent pas être en matière isolante si leur remplacement par une vis métallique peut compromettre l'isolation principale.

La vérification de la conformité est effectuée par examen et, pour les vis et les écrous destinés à assurer des contacts ou susceptibles d'être manoeuvrés par l'usager, par l'essai suivant.

Les vis et les écrous sont serrés et desserrés:

- 10 fois s'il s'agit de vis s'engageant dans un écrou en matière isolante;
- 5 fois pour les écrous et les autres vis.

Les vis s'engageant dans un écrou en matière isolante sont chaque fois retirées complètement et engagées à nouveau.

Pour l'essai des vis et écrous des bornes, un conducteur rigide (à âme massive ou câblée) de la plus grande section spécifiée au paragraphe 22.3 pour les transformateurs destinés à être reliés à demeure aux canalisations fixes, et souples dans les autres cas, est placé dans la borne.

L'essai est effectué à l'aide d'un tournevis ou d'une clef appropriés, le couple de torsion à appliquer étant indiqué dans le tableau XIV, la colonne correspondante étant:

- pour les vis métalliques sans tête qui ne font pas saillie par rapport à l'écrou après serrage complet: I
- pour les autres vis métalliques et pour les écrous: II
- pour les vis en matière isolante:
 - à tête hexagonale dont le diamètre du cercle inscrit aux plats dépasse le diamètre extérieur du filetage, ou
 - à tête cylindrique avec un évidement pour une clef, le diamètre du cercle inscrit aux plats dans cet évidement ayant une dimension d'au moins 0,83 fois le diamètre extérieur du filetage, ou
 - à tête à fente simple ou en croix ayant une longueur dépassant 1,5 fois le diamètre extérieur du filetage III
- pour les autres vis en matière isolante: III

Screws shall not be of insulating material if their replacement by a metal screw could impair basic insulation between primary and secondary circuit, supplementary insulation or reinforced insulation, neither shall screws which may be removed when replacing a power supply cord be of insulating material if their replacement by a metal screw could impair basic insulation.

Compliance is checked by inspection and, for screws and nuts transmitting contact pressure or which are likely to be tightened by the user, by the following test.

The screws or nuts are tightened and loosened:

- 10 times for a screw in engagement with a thread of insulating material;
- 5 times for nuts and other screws.

Screws in engagement with a thread of insulating material are completely removed and reinserted each time.

When testing terminal screws and nuts a conductor of the largest cross-sectional area specified in Sub-clause 22.3 rigid (solid or stranded) for transformers intended to be permanently connected to fixed wiring, and flexible in other cases, is placed in the terminal.

The test is made by means of a suitable test screwdriver, spanner or key, applying a torque as shown in Table XIV, the appropriate column being:

- for metal screws without heads, if the screw when tightened does not protrude from the hole I
- for other metal screws and for nuts II
- for screws of insulating material:
 - . having a hexagonal head with the dimension across flats exceeding the overall thread diameter, or
 - . with a cylindrical head and a socket for a key, the socket having a dimension across flats not less than 0,83 times the overall thread diameter, or
 - . with a head having a slot or cross slots, the length of which exceeds 1,5 times the overall thread diameter III
- for other screws of insulating material III

TABLEAU XIV
Couples appliqués aux vis et connexions

Diamètre nominal de la vis mm	Couple de torsion Nm		
	I	II	III
Jusqu'à 2,8 inclus	0,2	0,4	0,4
Au-dessus de 2,8 à 3,0 inclus	0,25	0,5	0,5
Au-dessus de 3,0 à 3,2 inclus	0,3	0,6	0,6
Au-dessus de 3,2 à 3,6 inclus	0,4	0,8	0,6
Au-dessus de 3,6 à 4,1 inclus	0,7	1,2	0,6
Au-dessus de 4,1 à 4,7 inclus	0,8	1,8	0,9
Au-dessus de 4,7 à 5,3 inclus	0,8	2,0	1,0
Au-dessus de 5,3 à 6,0 inclus	-	2,5	1,25

Le conducteur est déplacé après chaque desserrage.

Pendant l'essai, on ne doit constater aucune détérioration qui nuirait à l'emploi ultérieur des assemblages et des connexions à vis.

Les vis ou les écrous susceptibles d'être serrés par l'utilisateur comprennent les vis qui doivent être manoeuvrées lors du remplacement de câbles d'alimentation avec fixation de type X ou M.

La forme de la lame du tournevis doit être adaptée à la tête de la vis à essayer. Les vis et les écrous ne doivent pas être serrés par secousses.

- 24.2 Les vis s'engageant dans un filetage en matière isolante doivent avoir une longueur de la partie filetée engagée au moins égale à 3 mm plus le tiers du diamètre nominal de la vis ou 8 mm, suivant la valeur la plus petite.

Une introduction correcte de la vis dans l'écrou doit être assurée.

La vérification de la conformité est effectuée par examen et par l'essai du paragraphe 24.1, le couple appliqué étant néanmoins égal à 1,2 fois le couple spécifié.

La prescription concernant l'introduction correcte est satisfaite si l'introduction en biais de la vis est évitée, par exemple au moyen d'un guidage prévu sur la partie à fixer, par un retrait dans l'écrou ou par l'emploi d'une vis dont le début du filet a été enlevé.

TABLE XIV

Torques to be applied to screws and connections

Nominal diameter of screw mm	Torque Nm		
	I	II	III
Up to and including 2,8	0,2	0,4	0,4
Over 2,8 up to and including 3,0	0,25	0,5	0,5
Over 3,0 up to and including 3,2	0,3	0,6	0,6
Over 3,2 up to and including 3,6	0,4	0,8	0,6
Over 3,6 up to and including 4,1	0,7	1,2	0,6
Over 4,1 up to and including 4,7	0,8	1,8	0,9
Over 4,7 up to and including 5,3	0,8	2,0	1,0
Over 5,3 up to and including 6,0	-	2,5	1,25

The conductor is moved each time the screw or nut is loosened.

During the test, no damage impairing the further use of the screwed connections shall occur.

Screws or nuts which are likely to be tightened by the user include screws intended to be operated when replacing power supply cords for type X or M attachments.

The shape of the blade of the test screwdriver shall suit the head of the screw to be tested. The screws and nuts shall not be tightened in jerks.

- 24.2 Screws in engagement with a thread of insulating material shall have a length of engagement of at least 3 mm plus one-third of the nominal screw diameter or 8 mm, whichever is the shorter.

Correct introduction of the screw into the screw hole or nut shall be ensured.

Compliance is checked by inspection and by the test of Sub-clause 24.1, the torque applied being, however, increased to 1,2 times the torque specified.

The requirement with regard to correct introduction is met if introduction of the screw in a slanting manner is prevented, for example by guiding the screw by the part to be fixed, by a recess in the female thread or by the use of a screw with the leading thread removed.

24.3 Les connexions électriques doivent être disposées de façon que la pression de contact ne se transmette pas par l'intermédiaire de matières isolantes autres que céramique ou mica pur, sauf si un retrait éventuel ou une déformation de la matière isolante est susceptible d'être compensé par une élasticité suffisante des parties métalliques.

24.4 Les vis à gros filet 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 si elles sont pourvues d'un dispositif de blocage approprié.

Les vis auto-taraudeuses avec découpes ne doivent pas être utilisées pour la connexion des parties transportant le courant, sauf si elles donnent naissance à un filetage normal. Ces vis ne doivent toutefois pas être utilisées si elles sont susceptibles d'être manoeuvrées par l'utilisateur ou l'installateur, à moins que le filetage ne soit formé par emboutissage.

Les vis auto-taraudeuses avec découpes et les vis à gros filet peuvent être utilisées pour assurer la continuité de la mise à la terre pourvu qu'il ne soit pas nécessaire en usage normal d'interrompre la connexion et que deux vis au moins soient utilisées pour chaque connexion.

La vérification de la conformité aux prescriptions des paragraphes 24.3 et 24.4 est effectuée par examen.

24.5 Les vis qui assurent une connexion mécanique entre différentes parties du transformateur doivent être protégées contre le desserrage si la connexion transporte le courant ou forme une partie du circuit de protection.

Les rivets utilisés pour des connexions transportant le courant doivent être protégés contre le desserrage si ces connexions sont soumises à des efforts de torsion en usage normal.

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

Des rondelles élastiques et organes analogues peuvent constituer une protection suffisante.

Dans le cas des rivets, l'utilisation d'un axe non circulaire ou d'une entaille appropriée peut constituer une protection suffisante.

L'utilisation de matière de remplissage qui se ramollit sous l'influence de la chaleur ne protège efficacement contre le desserrage que les connexions à vis qui ne sont pas soumises à des efforts de torsion en usage normal.

24.3 Electrical connections shall be so designed that contact pressure is not transmitted through insulating material other than ceramic or pure mica, unless there is sufficient resiliency in the metallic parts to compensate for any possible shrinkage or distortion of the insulating material.

24.4 Space-threaded (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 connection of current-carrying parts unless they generate a full form standard machine screw thread. Such screws shall not, however, be used if they are likely to be operated by the user or installer unless the thread is formed by a swageing action.

Thread-cutting and space threaded screws may be used to provide earthing continuity, provided that it is not necessary to disturb the connection in normal use and at least two screws are used for each connection.

Compliance with the requirements of Sub-clauses 24.3 and 24.4 is checked by inspection.

24.5 Screws which make a mechanical connection between different parts of the transformer shall be locked against loosening if the connection carries current or forms part of the protective earthing circuit.

Rivets used for current-carrying connections shall be locked against loosening if these connections are subject to torsion in normal use.

Compliance is checked by inspection and by manual test.

Spring washers and the like may provide satisfactory locking.

For rivets, a non-circular shank or an appropriate notch may be sufficient.

Sealing compound which softens on heating provides satisfactory locking only for screw connections not subjected to torsion in normal use.

25. Lignes de fuite et distances d'isolement

Les lignes de fuite et distances d'isolement ne doivent pas être inférieures aux valeurs indiquées au tableau XV.

Les lignes de fuite et distances d'isolement sont mesurées en utilisant des conducteurs de dimensions maximales et minimales, comme spécifiées au paragraphe 22.3, tableau IX.

Des schémas montrant quelques exemples de méthodes de mesure des lignes de fuite et distances d'isolement sont donnés à l'annexe I-D.

Des schémas montrant quelques exemples de points de mesure des lignes de fuite et distances d'isolement sont donnés à l'annexe I-E.

Les lignes de fuite et distances d'isolement sont mesurées à travers la jonction entre deux parties d'une barrière isolante sauf:

- *si les deux parties formant la jonction sont liées ensemble par scellement à chaud ou autre méthode similaire aux emplacements ou cela importe;*
- *ou si la jonction est complètement remplie par une matière adhésive aux endroits où cela est nécessaire, et si la matière adhésive assure la liaison avec les surfaces de la barrière isolante de telle façon que l'humidité ne puisse être absorbée à l'intérieur de la jonction;*
- *ou si la jonction est scellée de telle façon qu'elle puisse être considérée comme étanche pendant la durée de vie attendue du transformateur.*

25. Creepage distances and clearances

Creepage distances and clearances shall be not less than the values shown in Table XV.

Creepage distances and clearances are measured using maximum and minimum sized conductors as specified in Table IX of Sub-clause 22.3.

Diagrams showing some examples of the methods of measurement of creepage distances and clearances are to be found in Appendix I-D.

Diagrams showing some examples of points of measurement of creepage distances and clearances are given in Appendix I-E.

Creepage distances and clearances are measured through the joint between two parts of an insulating barrier except when:

- *either the two parts forming the joint are bonded together by heat sealing or other similar means at the place where this is of importance;*
- *or the joint is completely filled with adhesive at the necessary places and the adhesive bonds to the surfaces of the insulating barrier so that moisture cannot be absorbed into the joint;*
- *or the joint is sealed in such a way that it may be considered tight for the expected life of the transformer.*

TABLEAU XV
Lignes de fuite (l), distances d'isolement (d) et distances à travers l'isolation (mm)

PN = pollution normale PS = pollution sévère

	Type d'isolation	Mesures				Tension locale (V) **									
		A travers l'émail des bobinages *		Autres qu'à travers l'émail des bobinages *		≤ 50		150		250		440		690	
		PN	PS	PN	PS	d	l	d	l	d	l	d	l	d	l
1. Isolation entre circuits primaires et secondaires	a) Lignes de fuites et distances d'isolement entre parties actives des circuits primaires et parties actives des circuits secondaires			X		0,8	1,0	2,0	2,0	3,0	3,0	4,0	4,0	5,0	5,5
					X	0,8	1,0	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,9	5,0	5,5
	Note: - Cette prescription ne s'applique pas aux circuits séparés par un écran métallique mis à la terre comme décrit au paragraphe 8.6.1	X				0,5	1,0	1,4	1,6	2,0	2,4	2,7	3,2	3,3	3,7
2. Isolation entre circuits adjacents ou isolation entre circuits secondaires adjacents (voir note 3)	b) Lignes de fuites et distances d'isolement entre bornes d'entrée et bornes de sortie destinées à la connexion des câbles ou conducteurs de raccordement.	X	X	X	X	0,5	1,0	1,4	2,0	2,0	2,6	2,7	3,9	3,3	3,7
	c) Distances à travers l'isolation entre circuits d'entrée et circuits de sortie (pour les chiffres entre parenthèses, voir note 2)	X	X	X	X	0,1 (0,05)	0,25 (0,08)	0,5 (0,15)	0,65 (0,18)	0,75 (0,20)	1,0 (0,25)	1,0 (0,25)	1,0 (0,25)	1,0 (0,25)	1,0 (0,25)
	Lignes de fuite et distances d'isolement	X	X	X	X	0,5	0,9	1,0	1,5	1,5	2,0	2,0	2,5	2,5	3,0
3. Lignes de fuites et distances d'isolement entre bornes pour les connexions des câbles et conducteurs externes (à l'exclusion des mesures entre bornes d'entrée et bornes de sortie)		X	X	X	X	0,5	0,5	0,7	1,0	1,0	1,4	1,4	1,7	1,7	2,0
	Jusqu'à 6 A inclus	X	X	X	X	5	5	5	5	5	5	6	6	8	10

* Mesures à travers l'émail des fils de bobinage si ces fils satisfont au grade 1 de la Publication 317 de la CEI. Spécifications pour types particuliers de fils de bobinage.

** Les valeurs des lignes de fuite, distances dans l'air et distances à travers l'isolation peuvent être obtenues pour des valeurs intermédiaires de tension de service, par interpolation entre les valeurs du tableau.

TABLE XV
Creepage distances (cr) and clearances (cl) and distance through insulation (mm)

NP = Normal pollution SP = Severe pollution

	Type of insulation	Measurement				Working voltages (V) **																	
		Through winding enamel *		Other than through winding enamel *		≤ 50			150			250			440			690			1 000		
		NP	SP	NP	SP	cl	cr	cl	cr	cl	cr	cl	cr	cl	cr	cl	cr	cl	cr	cl	cr		
1. Insulation between input and output circuits	a) Creepage distances and clearances between live parts of input circuits and live parts of output circuits Note. - These requirements do not apply to circuits separated by an earthed metal screen as described in Sub-clause 8.6.1																						
				X																			
					X	0,8	1,0	2,0	2,0	3,0	3,0	4,0	4,0	5,0	5,0	6,6	6,6	7,7	7,7				
		X				0,5	1,0	1,4	1,6	2,0	2,4	2,7	3,2	3,3	4,0	3,7	4,4	3,7	4,4				
2. Insulation between adjacent input circuits or insulation between adjacent output circuits (See Note 3)	b) Creepage distances and clearances between input and output terminals for the connection of external cables and cords																						
				X																			
				X	X	0,1 (0,05)	0,9	1,0	1,5	1,5	2,0	2,0	2,5	2,5	3,0	3,0	3,5	3,5	1,0 (0,25)	0,75 (0,20)			
		X				0,5	0,5	0,7	1,0	1,0	1,4	1,4	1,7	1,7	2,0	2,0	2,4	2,4					
3. Creepage distances and clearances between terminals for the connection of external cables and cords excluding those between terminals for input and output circuits	c) Distances through insulation between input and output circuits (for figures in brackets, see Note 2)																						
				X																			
				X	X	0,5	0,9	1,0	1,5	1,5	2,0	2,0	2,5	2,5	3,0	3,0	3,5	3,5	1,0 (0,25)	0,75 (0,20)			
		X				0,5	0,5	0,7	1,0	1,0	1,4	1,4	1,7	1,7	2,0	2,0	2,4	2,4					
	Up to and including 6 A																						
				X	X																		
				X	X	5	5	5	5	5	5	6	6	8	8	10	10						
		X																					
* Measurement through winding wire enamel if the winding wire complies with Grade 1 of IEC Publication 317: Specifications for particular types of winding wires. ** Values of creepage distances and clearances and distances through insulation may be found for intermediate values of working voltages by interpolation between tabulated values.																							

* Measurement through winding wire enamel if the winding wire complies with Grade 1 of IEC Publication 317: Specifications for particular types of winding wires.

** Values of creepage distances and clearances and distances through insulation may be found for intermediate values of working voltages by interpolation between tabulated values.

TABLEAU XV (Suite)

	Type d'isolation	Mesures				Tension locale (V) **											
		A travers l'émail des bobinages *		Autres qu'à travers l'émail des bobinages *		≤ 50		150		250		440		690		1 000	
		PN	PS	PN	PS												
4. Isolation principale ou supplémentaire	Entre a) parties actives qui sont ou peuvent devenir de polarité différente b) parties actives et la masse si celle-ci est destinée à être connectée au conducteur de protection Note. - Cette prescription ne s'applique pas aux circuits séparés par un écran métallique, mis à la terre, comme décrit au paragraphe 8.6.1. c) parties métalliques accessibles et une tige de métal de même diamètre que le câble souple (ou une feuille métallique enroulée autour du câble) introduite dans l'orifice des traversées, dispositifs de protection, dispositifs d'arrêt et dispositifs analogues. 1) Par exemple par l'action d'un fusible.					d	l	d	l	d	l	d	l	d	l	d	l
				X		0,8	1,0	2,0	2,0	3,0	3,0	4,0	4,0	5,0	5,0	5,5	5,5
					X	0,8	1,0	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,9	5,0	6,6	5,5	7,7
5. Isolation renforcée	Entre masse et parties actives	X				0,5	1,0	1,4	1,6	2,0	2,4	2,7	3,2	3,3	4,0	3,7	4,4
			X			0,5	1,0	1,4	2,0	2,0	2,6	2,7	3,9	3,3	5,8	3,7	6,2
				X		1,5	1,5	4,0	4,0	6,0	6,0	8,0	8,0	10,0	10,0	11,0	11,0
					X	1,5	2,0	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	9,8	10,0	13,2	11,0	15,4
		X				1,0	1,2	2,7	3,2	4,0	4,8	5,4	6,4	6,6	8,0	7,4	8,8
						1,0	1,6	2,7	4,0	4,0	5,2	5,4	7,8	6,6	10,6	7,4	12,4

TABLE XV (Continued)

	Type of insulation	Measurement				Working voltages (V) **															
		Through winding enamel *				Other than through winding enamel *		≤ 50				150		250		440		690		1 000	
		NP	SP	NP	SP	cl	cr	cl	cr	cl	cr	cl	cr	cl	cr	cl	cr	cl	cr	cl	cr
4. Basic or supplementary insulation	Between: a) live parts which are or may become of different polarity b) live parts and the body if intended to be connected to protective earth Note. - These requirements do not apply to circuits separated by an earthed metal screen as described in Sub-clause 8.6.1 c) Accessible metal parts and a metal rod of the same diameter as the flexible cable or cord (or metal foil wrapped around the cable or cord) inserted inside inlet bushings, cord guards anchorages and the like. 1) For example by the action of a fuse.																				
				X		0,8	1,0			2,0	2,0			3,0	3,0			4,0	4,0		
		X				0,5	1,0			1,4	1,6			2,0	2,4			2,7	3,2		
5. Reinforced insulation	Between body and live parts																				
		X				1,0	1,2			2,7	3,2			4,0	4,8			5,4	6,4		
			X					1,0	1,6			2,7	4,0			5,2	7,8				

1) For example by the action of a fuse.

TABLEAU XV (Suite)

	Type d'isolation	Mesures						Tension locale (V) **											
		A travers l'émail des bobinages *			Autres qu'à travers l'émail des bobinages *			≤ 50		150		250		440		690		1 000	
		PN	PS	PN	PS	PN	PS												
6. Distances à travers l'isolation (à l'exclusion de l'isolation entre circuits d'entrée et circuits de sortie (voir point 1 c))	a) Entre parties métalliques séparées par une isolation supplémentaire	X	X	X	X			0,5		0,6		0,8		1,0		1,2		1,5	
	b) Entre parties métalliques séparées par une isolation renforcée.	X	X	X	X			0,7		0,8		1,0		1,5		2,0		2,5	
	c) Pour l'isolation supplémentaire quand il n'y a pas de parties métalliques contiguës à l'une des surfaces	X	X	X	X			0,3		0,4		0,5		0,6		0,8		0,9	
	d) Pour l'isolation renforcée quand il n'y a pas de parties métalliques contiguës à l'une des surfaces	X	X	X	X			0,5		0,6		0,8		1,0		1,2		1,5	

TABLE XV (Continued)

	Type of insulation	Measurement						Working voltages (V) **																		
		Through winding enamel *			Other than through winding enamel *			≤ 50				150			250			440			690			1 000		
		NP	SP	NP	SP	NP	SP	cl	cr	cl	cr	cl	cr	cl	cr	cl	cr	cl	cr	cl	cr	cl	cr			
6. Distances through insulation (excluding insulation between input and output circuits (see item 1 c))	a) Between metal parts separated by supplementary insulation	X	X	X	X			0,5				0,6			0,8			1,0			1,2			1,5		
	b) Between metal parts separated by reinforced insulation	X	X	X	X			0,7				0,8			1,0			1,5			2,0			2,5		
	c) Supplementary insulation where there are no metal parts adjacent to one of the surfaces	X	X	X	X			0,3				0,4			0,5			0,6			0,8			0,9		
	d) Reinforced insulation where there are no metal parts adjacent to one of the surfaces	X	X	X	X			0,5				0,6			0,8			1,0			1,2			1,5		

Notes du Tableau XV:

- 1.- Les valeurs pour les circuits imprimés, pour lesquels un défaut peut provoquer un danger au sens de la présente norme, doivent être les mêmes que les valeurs concernant les parties actives spécifiées dans le tableau. Si les circuits imprimés ne sont utilisés que dans des buts fonctionnels, les valeurs de la Publication 65 de la CEI pour l'isolation principale (courbe A) peuvent être utilisées.
- 2.- Les distances à travers l'isolation figurant entre parenthèses au point 1 c) de ce tableau peuvent être utilisées pourvu que l'isolation soit sous forme de feuilles minces et consiste en au moins deux couches.

Des couches supplémentaires peuvent être exigées si on utilise des rubans crantés (voir paragraphe 8.6).

Pour les transformateurs ayant une puissance assignée supérieure à 100 VA, les chiffres entre parenthèses s'appliquent.

Pour les transformateurs ayant une puissance assignée de 25 VA à 100 VA inclus, les chiffres entre parenthèses peuvent être réduits aux deux tiers de ces valeurs.

Pour les transformateurs ayant une puissance assignée inférieure à 25 VA, les chiffres entre parenthèses peuvent être réduits au tiers de ces valeurs.

Des distances à travers l'isolation plus petites peuvent être utilisées, s'il peut être montré, par l'essai du paragraphe 13.3, que les matières ont une résistance mécanique adéquate et résistent au vieillissement.

- 3.- Ces valeurs ne s'appliquent pas à l'intérieur de chaque enroulement ou entre groupes d'enroulements destinés à être connectés ensemble. Elles s'appliquent, toutefois, si les enroulements sont destinés à être connectés en série ou en parallèle (par exemple tensions primaires 115 V/230 V).
- 4.- Si la pollution conduit à une conductivité élevée et persistante causée, par exemple, par des poussières conductrices, par de la pluie ou de la neige, les lignes de fuite et distances d'isolement indiquées pour une pollution sévère doivent alors être augmentées, la distance de l'isolement minimale étant de 1,6 mm et la valeur X minimale à l'annexe I-D étant de 4,0 mm.
- 5.- Si les enroulements sont scellés par des moyens tels que l'imprégnation, ou sont recouverts par un ruban adhésif adhérent aux bords du corps de bobine, aucune ligne de fuite ou distance d'isolement n'est à prendre en considération à ces emplacements, pourvu que les matériaux isolants soient classés selon la Publication 85 de la CEI.

Pour des tensions locales plus élevées, voir section trois.

Notes to Table XV:

- 1.- Values for printed circuits, where failure may cause a hazard in the sense of this standard, shall be the same as values for live parts as in the table. Where printed circuits are for operational purposes only, the values of IEC Publication 65 for basic insulation (Curve A) may be used.
- 2.- The distance through insulation shown in brackets in Item 1 c) of this table may be used provided that the insulation is in thin sheet form and consists of at least two layers.

Additional layers may be required if serrated tape is used (see Sub-clause 8.6).

For transformers having a rated output greater than 100 VA, the figures in brackets apply.

For transformers having a rated output of 25 VA up to and including 100 VA the figures in brackets may be reduced to two-thirds of their value.

For transformers having a rated output less than 25 VA the figures in brackets may be reduced to one-third of their value.

Smaller distances through insulation may be used if it can be shown by the test of Sub-clause 13.3 that the materials have adequate mechanical strength and are resistant to ageing.

- 3.- These values do not apply inside each winding or between groups of windings intended to be connected together; they do apply, however, if the windings are intended to be connected in a series or parallel arrangement (e.g. 115 V/230 V inputs).
- 4.- If pollution generates high and persistent conductivity caused, for instance, by conductive dust or by rain or snow, then the creepage distances and clearances, as given for severe pollution, shall be further increased with a minimum clearance of 1,6 mm and a value of X in Appendix I-D of 4,0 mm.
- 5.- Windings which are sealed by means such as impregnation, or are covered with an adhesive bonding tape which adheres to the flanges of a coil former, are considered to have no creepage distances or clearances at these places, provided that insulating materials are classified according to IEC Publication 85.

For higher working voltages, see Section Three.

26. Résistance à la chaleur, à la chaleur anormale, au feu et aux courants de cheminement

- 26.1 Les parties extérieures accessibles en matière isolante dont la détérioration pourrait rendre dangereux le transformateur doivent être résistantes à la chaleur.

La vérification de la conformité consiste à soumettre les enveloppes et autres parties extérieures accessibles en matière isolante à un essai à la bille au moyen de l'appareil représenté à la figure 5.

La surface de la partie à essayer est disposée horizontalement et une bille d'acier de 5 mm de diamètre est appuyée avec une force de 20 N sur cette surface.

L'essai est effectué dans une étuve à une température de $(70 \pm 2) ^\circ\text{C}$ ou à une température de $(40 + \theta \pm 2) ^\circ\text{C}$, où θ est l'échauffement de la partie considérée déterminé pendant l'essai du paragraphe 13.2, suivant la valeur la plus élevée.

Après 1 h, on retire la bille de l'échantillon que l'on refroidit, dans les 10 s qui suivent, en l'immergeant dans de l'eau froide, jusqu'à atteindre environ la température ambiante. On mesure le diamètre de l'empreinte laissée par la bille. Ce diamètre ne doit pas être supérieur à 2 mm.

L'essai n'est pas effectué sur les parties en matière céramique.

- 26.2 Les parties extérieures accessibles en matière isolante doivent présenter une résistance au feu appropriée pour les feux prenant naissance à l'intérieur de l'enveloppe du transformateur.

La vérification de la conformité consiste à soumettre les enveloppes et autres parties extérieures accessibles à un essai au fil incandescent.

26.2.1 Description générale de l'essai

L'essai est effectué pour vérifier:

- *qu'une bousle spécifiée de fil pour résistance, chauffée électriquement à la température spécifiée pour le matériel correspondant, ne provoque pas, dans des conditions déterminées, l'inflammation de parties en matière isolante, ou*
- *qu'une partie en matière isolante dont le fil incandescent a provoqué l'inflammation dans des conditions déterminées ne brûle que pendant une durée limitée, sans propager le feu au moyen de flammes, de gouttelettes enflammées ou de particules incandescentes tombant de l'échantillon.*

Il est recommandé que le spécimen soit un transformateur complet.

Si l'essai ne peut pas être effectué sur un transformateur complet, on peut en découper une partie appropriée pour effectuer l'essai.

26. Resistance to heat, abnormal heat, fire and tracking

26.1 External accessible parts of insulating material the deterioration of which might cause the transformer to become unsafe shall be resistant to heat.

Compliance is checked by subjecting enclosures and other external parts of insulating material to a ball-pressure test by means of the apparatus shown in Figure 5.

The surface of the part to be tested is placed in the horizontal position and a steel ball of 5 mm diameter is pressed against this surface with a force of 20 N.

The test is made in a heating cabinet at a temperature of $(70 \pm 2) ^\circ\text{C}$ or at a temperature of $(40 + \theta \pm 2) ^\circ\text{C}$, where θ is the temperature rise of the relevant part determined during the test of Sub-clause 13.2, whichever is the higher.

After 1 h the ball is removed from the specimen which is then cooled down, within 10 s, to approximately room temperature by immersion in cold water. The diameter of the impression caused by the ball is measured and shall not exceed 2 mm.

The test is not made on parts of ceramic material.

26.2 External accessible parts of insulating material shall have an appropriate level of fire resistance to fires originating inside the enclosure of the transformer.

Compliance is checked by subjecting enclosures and other external accessible parts to the glow-wire test.

26.2.1 General description of the test

The test is applied to ensure that:

- *a specified loop of resistance wire which is electrically heated to the temperature specified for the relevant equipment does not under defined conditions cause ignition of parts of insulating material, or*
- *a part of insulating material which might be ignited by the electrically heated test wire under defined conditions, has a limited duration of burning, without spreading fire by flames, burning droplets or glowing particles falling from the specimen.*

If possible, the specimen should be a complete transformer.

If the test cannot be made on a complete transformer, a suitable part may be cut from it.

S'il est nécessaire d'enlever des parties d'une enveloppe ou de découper une partie appropriée pour exécuter l'essai, on doit veiller à ce que les conditions de l'essai ne soient pas sensiblement différentes des conditions normales d'emploi en ce qui concerne la forme, la ventilation, l'effet des contraintes thermiques, les flammes susceptibles de se produire, les gouttelettes enflammées ou particules incandescentes tombant dans le voisinage du spécimen.

L'essai est effectué sur un seul spécimen. En cas de doute quant aux résultats de l'essai, ce dernier est répété sur deux spécimens supplémentaires, qui doivent alors satisfaire à l'essai.

26.2.2 Description de l'appareillage d'essai

Le fil incandescent est constitué par une boucle spécifiée d'un fil de nickel/chrome (80/20) de 4 mm de diamètre; en formant la boucle on doit prendre soin d'éviter des craquelures fines à l'extrémité du fil.

Un thermocouple de fil fin gainé ayant un diamètre extérieur de 0,5 mm, les fils étant constitués de nickel-chrome et de nickel-aluminium, la jonction étant disposée à l'intérieur de la gaine, est utilisé pour la mesure de la température du fil incandescent.

Le fil incandescent, avec son thermocouple, est représenté à la figure 6.

La gaine est constituée d'un métal résistant à une température d'au moins 960 °C. Le thermocouple est disposé dans un trou borgne de 0,6 mm de diamètre foré dans l'extrémité du fil incandescent, comme représenté sur le détail Z de la figure 6. Les forces électromotrices du thermocouple doivent être conformes à la Publication 584-1 de la CEI. Les caractéristiques données dans cette publication sont pratiquement linéaires. La soudure froide doit être maintenue dans de la glace fondante, à moins qu'une température de référence sûre ne soit obtenue par d'autres moyens, par exemple par un boîtier de compensation.

Il est recommandé d'utiliser, pour la mesure de la force électromotrice du thermocouple, un instrument de classe 0.5.

Le fil incandescent est chauffé électriquement; le courant nécessaire pour porter l'extrémité à une température de 960 °C se situe entre 120 A et 150 A.

L'appareil d'essai doit être conçu de telle façon que le fil incandescent soit maintenu dans un plan horizontal, et qu'il exerce une force de 1 N sur le spécimen, cette force étant maintenue à cette valeur quand le fil incandescent et le spécimen sont déplacés horizontalement l'un vers l'autre sur une distance d'au moins 7 mm.

Une planche en bois de pin blanc épaisse d'environ 10 mm et couverte d'une simple couche de papier mousseline est disposée à une distance de (200 ± 5) mm, sous l'endroit où le fil incandescent est appliqué contre le spécimen.

If it is necessary to take away parts of an enclosure or to cut off a suitable part to perform the test, care is taken to ensure that the standard test conditions are not significantly different from those occurring in normal use with regard to shape, ventilation, effects of thermal stresses and of possible flames, burning droplets or glowing particles falling in the vicinity of the specimen.

The test is made on one specimen. In case of doubt about results, the test is repeated on two further specimens, both of which shall pass the test.

26.2.2 Description of test apparatus

The glow-wire consists of a specified loop of a nickel/chromium (80/20) wire 4 mm in diameter; when forming the loop, care must be taken to avoid fine cracking at the tip.

A sheathed fine-wire thermocouple having an overall diameter of 0,5 mm and wires of chromel (NiCr) and alumel (NiAl), with the welded point located inside the sheath, is used for measuring the temperature of the glow-wire.

The glow-wire, with the thermocouple, is shown in Figure 6.

The sheath consists of a metal resistant to a temperature of at least 960 °C. The thermocouple is arranged in a pocket hole 0,6 mm in diameter, drilled in the tip of the glow-wire, as shown in detail Z of Figure 6. The thermovoltages shall comply with IEC Publication 584-1; the characteristics given in this publication are practically linear. The cold connection shall be kept in melting ice unless a reliable reference temperature is obtained by other means, for example by a compensation box.

The instrument for measuring the thermovoltage should be of Class 0.5.

The glow-wire is electrically heated; the current necessary for heating the tip to a temperature of 960 °C is between 120 A and 150 A.

The test apparatus shall be so designed that the glow-wire is kept in a horizontal plane and that it applies a force of 1 N to the specimen, the force being maintained at this value when the glow-wire and the specimen are moved horizontally towards each other over a distance of at least 7 mm.

A piece of white pinewood board, approximately 10 mm thick and covered with a single layer of tissue paper, is positioned at a distance of (200 ± 5) mm below the place where the glow-wire is applied to the specimen.

Ce papier mousseline est, conformément au paragraphe 6.86 de la Norme ISO 4046-1978, un papier d'emballage mince, souple et résistant, de grammage compris généralement entre 12 g/m^2 et 30 g/m^2 , essentiellement destiné à l'emballage et à la protection des objets fragiles et des cadeaux.

Un exemple d'appareil d'essai est représenté à la figure 7.

26.2.3 Degré de sévérité

La température du nez du fil incandescent et la durée de son application au spécimen doivent être $(650 \pm 10)^\circ\text{C}$ et $(30 \pm 1) \text{ s}$ respectivement.

26.2.4 Préconditionnement

Le spécimen est maintenu pendant 24 h dans une atmosphère ayant une température comprise entre 15°C et 35°C et une humidité relative comprise entre 45% et 75% avant de commencer l'essai.

26.2.5 Etalonnage du thermocouple

Avant de commencer l'essai, le thermocouple est étalonné à une température de 960°C , en disposant un clinquant d'argent, de pureté 99,8%, ayant la forme d'un carré de 2 mm de côté et d'épaisseur 0,06 mm, sur la face supérieure du nez du fil incandescent.

On chauffe le fil incandescent et la température de 960°C est atteinte quand le clinquant d'argent fond.

L'étalonnage doit être recommencé au bout d'un certain temps pour tenir compte de l'altération du thermocouple et des connexions.

Il faut veiller à ce que le thermocouple puisse accompagner le mouvement du nez du fil incandescent dû à l'élongation thermique.

26.2.6 Procédure d'essai

L'appareil d'essai est placé dans une pièce à l'abri des courants d'air, en lumière atténuée, de façon que les flammes se produisant pendant l'essai soient visibles.

Pendant l'essai, le spécimen est disposé de façon que la surface en contact avec le nez du fil incandescent soit verticale. Le nez du fil incandescent est appliqué contre la partie de la surface du spécimen qui est susceptible d'être soumise aux contraintes thermiques se produisant en service normal.

Le nez du fil incandescent est appliqué là où l'épaisseur est la plus faible, mais pas à moins de 15 mm du bord supérieur du spécimen. Cela se rapporte au cas où les surfaces qui peuvent être soumises à des contraintes thermiques en service normal ne sont pas spécifiées en détail.

Si possible, le nez du fil incandescent est appliqué contre des surfaces plates et non pas sur des rainures, des entrées défonçables, des cavités ou des arêtes vives.

This wrapping tissue is as specified in Sub-clause 6.86 of ISO Standard 4046-1978: a soft strong light-weight wrapping paper of grammage generally between 12 g/m² and 30 g/m² primarily intended for protective packaging of delicate articles and for gift wrapping.

An example of the test apparatus is shown in Figure 7.

26.2.3 Severities

The temperature of the tip of the glow-wire and the duration of its application to the specimen shall be (650 ± 10) °C and (30 ± 1) s, respectively.

26.2.4 Pre-conditioning

The specimen is stored for 24 h in an atmosphere having a temperature between 15 °C and 35 °C and a relative humidity between 45% and 75% before starting the test.

26.2.5 Calibration of the thermocouple

Before starting the test, the thermocouple is calibrated at a temperature of 960 °C by placing a foil of silver, 99,8% pure, 2 mm square and 0,06 mm thick, on the upper face of the tip of the glow-wire.

The glow-wire is heated and a temperature of 960 °C is reached when the silver foil melts.

After some time calibration has to be repeated to compensate for alterations in the thermocouple and in the connections.

Care is taken to ensure that the thermocouple can follow the movement of the tip of the glow-wire caused by thermal elongation.

26.2.6 Test procedure

The test apparatus is placed in a substantially draught-free dark room so that flames occurring during the test are visible.

For the test, the specimen is arranged so that the face in contact with the tip of the glow-wire is vertical. The tip of the glow-wire is applied to that part of the surface of the specimen which is likely to be subjected to thermal stresses occurring in normal use.

The tip of the glow-wire is applied at places where the section is thinnest, but not less than 15 mm from the upper edge of the specimen. This applies to cases where the areas subjected to thermal stress during normal use of the equipment are not specified in detail.

If possible, the tip of the glow-wire is applied to flat surfaces and not to grooves, knock-outs, narrow recesses or sharp edges.

Le fil incandescent est porté électriquement à une température de 650 °C, qui est mesurée au moyen du thermocouple étalonné. Il faut veiller à ce que cette température et le courant de chauffage soient constants pendant une durée d'au moins 60 s avant le début de l'essai, et à ce que le spécimen ne subisse aucun rayonnement thermique pendant cette durée ou pendant l'étalonnage, par exemple en l'éloignant suffisamment ou en le protégeant par un écran approprié.

Le nez du fil incandescent est alors amené en contact avec le spécimen pendant (30 ± 1) s. Le courant de chauffage est maintenu constant pendant cette durée. Au bout de ce temps, le fil incandescent et le spécimen sont séparés lentement, en évitant de continuer à chauffer le spécimen et en évitant des déplacements d'air susceptibles d'affecter les résultats de l'essai.

Le déplacement du nez du fil incandescent à travers le spécimen doit être limité mécaniquement à 7 mm.

Il est nécessaire de débarrasser avant chaque essai, par exemple au moyen d'une brosse, le nez du fil incandescent des résidus de matière isolante.

26.2.7 Observations et mesures

Pendant l'application du fil incandescent et pendant une durée supplémentaire de 30 s, on observe le spécimen, les parties qui l'entourent et la couche de papier disposée sous ce dernier et on note:

- a) la durée (t_i) depuis le début de l'application du nez jusqu'à l'instant où le spécimen ou la couche disposée en dessous s'enflamme;
- b) la durée (t_e) depuis le début de l'application du nez jusqu'à l'instant où les flammes s'éteignent, pendant ou après la durée d'application;
- c) la hauteur maximale de n'importe quelle flamme, sans toutefois prendre en considération le début de l'inflammation qui peut produire une flamme haute durant environ 1 s.

La hauteur de la flamme est la distance verticale mesurée entre le bord supérieur du fil incandescent lorsqu'il est appliqué à l'échantillon et le sommet visible de la flamme.

Le spécimen est considéré comme ayant subi avec succès l'essai au fil incandescent si l'une des deux situations suivantes s'applique:

- a) il n'y a pas de flamme visible et d'incandescence soutenue;
- b) les flammes ou l'incandescence du spécimen et de son environnement s'éteignent en moins de 30 s après qu'on a retiré le fil incandescent, c'est-à-dire si $t_e \leq t_i + 30$ s.

Le papier mousseline ne doit pas s'être enflammé et la planche de pin blanc ne doit pas être roussie.

The glow-wire is electrically heated to 650 °C, which temperature is measured by means of the calibrated thermocouple. Care must be taken to ensure that, before starting the test, this temperature and the heating current are constant for at least 60 s and that heat radiation does not influence the specimen during this period or during the calibration, for example, by providing an adequate distance or by using an appropriate screen.

The tip of the glow-wire is then brought into contact with the specimen for (30 ± 1) s. The heating current is maintained during this period. After this period, the glow-wire and specimen are slowly separated, avoiding any further heating of the specimen and any movement of air which might affect the result of the test.

When the glow-wire is pressed into the specimen, the movement of the tip shall be mechanically limited to 7 mm.

Before each test, it is necessary to clean the tip of the glow-wire of any residue of insulating material with, for example, a brush.

26.2.7 Observations and measurements

During application of the glow-wire, and during a further period of 30 s, the specimen, the parts surrounding the specimen and the layer of tissue paper placed below it shall be observed and the following noted:

- a) the duration (t_i) from the beginning of tip application up to the time at which the specimen or the layer placed below it ignites;
- b) the duration (t_e) from the beginning of tip application up to the time when flames extinguish during or after the period of application;
- c) the maximum height of any flame but disregarding the start of the ignition, which may produce a high flame for a period of approximately 1 s.

The height of flame is the vertical distance measured between the upper edge of the glow-wire, when applied to the specimen, and the visible tip of the flame.

The specimen is considered to have withstood the glow-wire test if one of the following two situations applies:

- a) if there is no visible flame and no sustained glowing;
- b) if flames or glowing of the specimen and of the surroundings extinguish within 30 s after removal of the glow-wire i.e. $t_e \leq t_i + 30$ s.

There shall be no ignition of the tissue paper or scorching of the pinewood board.

- 26.3 Les parties en matière isolante maintenant en position des parties transportant du courant ne doivent pas être une source d'inflammation pour l'environnement, même en cas de chaleur anormale ou de feu causé par un fonctionnement en surcharge résultant d'une défaillance du transformateur.

La vérification de la conformité est effectuée par les essais des paragraphes 26.3.1 ou 26.3.2.

- 26.3.1 *Pour les transformateurs de puissance inférieure ou égale à 100 VA ou pour les transformateurs protégés contre les courts-circuits par construction, la vérification est effectuée par l'essai suivant.*

Le transformateur est monté en position normale comme indiqué au paragraphe 13.2.

Les dispositifs de protection, s'il y a lieu, sont rendus inopérants et les fusibles sont remplacés par des liaisons d'impédance négligeable. Le ou les enroulements secondaires sont court-circuités et l'enroulement primaire est alimenté à la tension primaire assignée maximale. Si, au bout d'une heure, le transformateur n'est pas défaillant, la tension d'alimentation est augmentée, par échelons de 10%, toutes les 15 min jusqu'à destruction du transformateur.

Cette destruction doit intervenir sans émission de flamme ou fusion de matière et l'enveloppe, s'il y en a une, peut se déformer mais doit rester entière. Le support de contre-plaqué ne doit pas prendre feu.

- 26.3.2 *Pour les transformateurs de puissance supérieure à 100 VA, la vérification de la conformité est effectuée par l'essai suivant.*

Le transformateur est monté en position normale comme indiqué au paragraphe 13.2.

Le transformateur, alimenté sous sa tension primaire assignée, doit être chargé du côté secondaire si possible à 10 fois sa puissance assignée, jusqu'à ce que soit interrompu le circuit primaire.

Le circuit primaire doit être protégé au moyen de fusibles pour dix fois le courant assigné, sans être inférieur à 16 A.

Pendant l'essai, aucune flamme ne doit apparaître et toute matière tombant sous forme de gouttes ne doit ni enflammer le contre-plaqué ni provoquer sa combustion lente. La température des supports ne doit pas dépasser 130 °C.

Pour les transformateurs d'indice de protection IP00, il ne doit se produire aucune flamme ou goutte pendant l'essai. Pour les autres transformateurs, aucune flamme ou particule enflammée ne doit avoir d'effet sur l'environnement.

- 26.4 Les parties isolantes maintenant en position les parties transportant le courant doivent résister à une chaleur anormale et au feu.

La vérification de la conformité est effectuée par l'essai suivant.

- 26.3 Parts of insulating material retaining live parts in position shall not act as a source of ignition for the surroundings, even in the case of abnormal heat or fire caused by overloading as a result of a fault in the transformer.

Compliance is checked by the tests of Sub-clause 26.3.1 or 26.3.2.

- 26.3.1 *Inherently short-circuit proof transformers and transformers up to and including 100 VA shall comply with the following test:*

The transformer is mounted in the normal position as described in Sub-clause 13.2.

Protective devices, if any, shall be rendered inoperative; fuses are replaced by links of negligible impedance. The output winding(s) is(are) short-circuited and the input is supplied with the maximum rated input voltage. If the transformer does not fail within 1 h the input voltage is increased in steps of 10% every 15 min until failure occurs.

The transformer shall fail without the emission of flame or molten material and the enclosure, if any, may deform but shall remain substantially continuous. The plywood support shall not ignite.

- 26.3.2 *Transformers over 100 VA shall comply with the following test:*

The transformer is mounted in normal position as described in Sub-clause 13.2.

The transformer, at rated input voltage, shall be loaded if possible at 10 times the rated load on the output side, until the transformer input interrupts.

The primary circuit shall be protected with fuses for 10 times the rated current but at least 16 A.

During the test, no flames shall be emitted and any dripping material shall not ignite the plywood or cause it to smoulder. The temperature of supports shall not exceed 130 °C.

For transformers having a protection index IP00, no flames or burning drops are to be produced during the test. For other transformers, any flames or burning particles shall not have any effect on surroundings.

- 26.4 Parts of insulating material retaining live parts in position shall be resistant to abnormal heat and to fire.

Compliance is checked by the following test.

Les parties en matière isolante sont soumises à l'essai à la bille décrit au paragraphe 26.1, mais à une température de $(125 \pm 2) ^\circ\text{C}$ ou à une température de $(40 + \theta \pm 2) ^\circ\text{C}$, où θ est l'échauffement de la partie considérée déterminé pendant l'essai du paragraphe 13.2, suivant la valeur la plus élevée.

Cet essai n'est pas effectué sur les parties en matière céramique ou sur les bobines.

De plus, les parties isolantes maintenant en position les bornes pour connexions externes transportant en fonctionnement normal un courant de plus de 1 A, sont soumises à un essai au fil incandescent identique à celui décrit au paragraphe 26.2 avec la seule différence que le fil incandescent est électriquement chauffé à $850 ^\circ\text{C}$.

- 26.5 Les transformateurs d'indice de protection autres que IPX0, les parties en matière isolante maintenant en position les parties transportant le courant doivent avoir une résistance aux courants de cheminement suffisante, si elles sont, en usage normal, exposées à des conditions excessives d'humidité ou de pollution.

Pour les matières autres que céramique, la vérification est effectuée par l'essai suivant.

Une surface plane de la partie à essayer, ayant si possible au moins 15 mm x 15 mm, est disposée horizontalement.

Deux électrodes en platine ou en une autre matière résistant suffisamment à la corrosion et ayant les dimensions indiquées à la figure 8, sont placées sur la surface du spécimen de la façon représentée sur cette figure, les angles arrondis étant en contact avec le spécimen sur toute la longueur.

La force exercée sur chacune des électrodes est d'environ 1 N. Les électrodes sont reliées à une source d'alimentation à 50 Hz ou 60 Hz, pratiquement sinusoïdale, la tension étant de 175 V. Lorsque les électrodes sont court-circuitées, l'impédance totale du circuit est réglée à l'aide d'une résistance variable de façon que le courant soit de $(1,0 \pm 0,1) \text{ A}$, avec un facteur de puissance compris entre 0,9 et 1. Le circuit comprend un relais à maximum de courant avec un réglage à 0,5 A et un retard de 2 s.

La surface du spécimen est humectée à l'aide de gouttes d'une solution de chlorure d'ammonium dans de l'eau distillée, qui tombent à mi-distance entre les électrodes. La solution a une résistivité transversale de $400 \Omega \cdot \text{cm}$ à $25 ^\circ\text{C}$, correspondant à une concentration de 0,1% environ. Les gouttes ont un volume de 20^{+5}_0 mm^3 et tombent d'une hauteur de 30 mm à 40 mm. L'intervalle entre la chute d'une goutte et celle de la suivante est de $(30 \pm 5) \text{ s}$.

Il ne doit se produire ni contournement ni claquage entre les électrodes avant qu'il ne soit tombé 50 gouttes.

Parts of insulating material are subjected to a ball pressure test as described in Sub-clause 26.1 but at a temperature of $(125 \pm 2) ^\circ\text{C}$ or at a temperature of $(40 + \theta \pm 2) ^\circ\text{C}$ where θ is the temperature rise of the relevant part determined during the test of Sub-clause 13.2, whichever is the higher.

The test is not made on parts of ceramic material or on bobbins.

In addition, parts of insulating material retaining terminals for external conductors which carry a current of more than 1 A during normal operation shall comply with the glow-wire test described in Sub-clause 26.2, with the only difference that the glow-wire is electrically heated to $850 ^\circ\text{C}$.

- 26.5 For transformers having an IP other than IPX0, insulating parts retaining live parts in position shall be of material resistant to tracking if they are exposed to excessive moisture or deposition of dirt in normal use.

For materials other than ceramic, compliance is checked by the following test.

A flat surface of the part to be tested, if possible at least 15 mm x 15 mm, is placed in the horizontal position.

Two electrodes of platinum or other sufficiently non-corrodible material, with the dimensions shown in Figure 8, are placed on the surface of the specimen in the manner shown in this figure, so that the rounded edges are in contact with the specimens over their whole length.

The force exerted on the surface by each electrode is about 1 N. The electrodes are connected to a 50 Hz or 60 Hz supply source having a voltage 175 V of substantially sine-wave form. The total impedance of the circuit when the electrodes are short-circuited is adjusted by means of a variable resistor, so that the current is $(1,0 \pm 0,1) \text{ A}$ with a power factor between 0,9 and 1. An overload release with a setting to 0,5 A and a tripping time of 2 s is included in the circuit.

The surface of the specimen is wetted by allowing drops of a solution of ammonium chloride in distilled water to fall centrally between the electrodes. The solution has a volume resistivity of $400 \Omega \cdot \text{cm}$ at $25 ^\circ\text{C}$, corresponding to a concentration of about 0,1%. The drops have a volume of 20^{-5} mm^3 and fall from a height of 30 mm to 40 mm. The time interval between one drop and the next is $(30 \pm 5) \text{ s}$.

No flashover or breakdown between electrodes shall occur before a total of 50 drops has fallen.

L'essai est effectué sur trois spécimens séparés ou sur trois pièces prélevées par découpage sur l'élément correspondant, en prenant soin de vérifier avant chacun des essais que les électrodes sont propres, correctement arrondies et convenablement placées. En cas de doute, l'essai est répété si nécessaire sur un nouveau spécimen.

27. Protection contre la rouille

Les parties en métaux ferreux, dont l'oxydation pourrait rendre le transformateur dangereux, doivent être protégées efficacement contre la rouille.

La vérification de la conformité est effectuée par l'essai suivant.

Les parties à essayer doivent être exemptes de toute graisse par immersion dans du trichlorétane pendant 10 min. Puis elles sont plongées pendant 10 min dans une solution à 10% de chlorure d'ammonium maintenue à une température de $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$. On les suspend pendant 10 min sans séchage, mais après avoir secoué les gouttes éventuelles, dans une enceinte à atmosphère saturée d'humidité à une température de $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$.

Les parties séchées pendant 10 min dans une étuve à une température de $(100 \pm 5) ^\circ\text{C}$ ne doivent présenter aucune trace de rouille sur leurs surfaces.

Cette prescription s'applique aux surfaces externes des noyaux, mais dans ce cas une protection par une couche de vernis est considérée comme efficace.

On ne prend pas en considération des traces de rouille sur les arêtes, ni un voile jaunâtre disparaissant par simple frottement.

The test is made on three separate specimens or on three pieces cut from the relevant component, care being taken that the electrodes are clean, correctly shaped and correctly positioned before each test is started. In case of doubt, the test is repeated, if necessary, on a new specimen.

27. Resistance to rusting

Ferrous parts, the rusting of which might cause the transformer to become unsafe, shall be adequately protected against rusting.

Compliance is checked by the following test.

All grease is removed from the parts to be tested, by immersion in trichloroethane for 10 min. The parts are then immersed for 10 min in a 10% solution of ammonium chloride in water at a temperature of $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$. Without drying, but after shaking off any drops, the parts are placed for 10 min in a box containing air saturated with moisture at a temperature of $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$.

All the parts have been dried for 10 min in a heating cabinet at a temperature of $(100 \pm 5) ^\circ\text{C}$; their surfaces shall show no signs of rust.

This requirement applies to the outer surfaces of iron cores, but in this case protection by a coating of varnish is deemed to be adequate.

Traces of rust on sharp edges and any yellowish film removable by rubbing are ignored.

ANNEXE I-A

ESSAIS INDIVIDUELS EN COURS DE FABRICATION (Essais de routine)

Les essais spécifiés dans cette annexe sont destinés à déceler, en ce qui concerne la sécurité, des variations inacceptables dans la qualité des matériaux ou la fabrication. Ces essais sont prévus pour ne pas porter atteinte aux caractéristiques et à la sûreté du transformateur. Ils doivent être effectués par le constructeur sur chaque transformateur après fabrication.

D'autres essais, en fonction de l'expérience acquise par le constructeur, peuvent être nécessaires pour s'assurer de la conformité de chaque transformateur avec les échantillons ayant satisfait aux essais de la présente norme.

Le constructeur peut utiliser une procédure d'essai mieux adaptée à son système de production et peut faire les essais à un moment quelconque pendant la fabrication pourvu que l'on puisse démontrer que les transformateurs qui subissent avec succès les essais faits par le constructeur présentent au moins le même degré de sécurité que les transformateurs qui satisfont aux essais spécifiés dans la présente annexe.

A. Continuité des liaisons à la terre

Pour les transformateurs de la classe I, on fait passer un courant d'au moins 10 A, en provenance d'une source dont la tension à vide ne dépasse pas 12 V, entre la borne de terre et, tour à tour, chacune des parties métalliques accessibles qui doivent être mises à la terre pour des raisons de sécurité.

Pendant l'essai, il ne doit y avoir ni coupure des connexions ni affaiblissement important du courant entre la borne de terre et les parties métalliques accessibles concernées.

B. Vérification de la tension à vide

La tension à vide doit satisfaire aux prescriptions de l'article 11.

C. Essai de rigidité diélectrique

L'essai est effectué comme indiqué au paragraphe 17.3 mais à la température ambiante et sans l'essai préalable à l'humidité du paragraphe 16.2

Pour les transformateurs jusqu'à 1 000 VA inclus, la durée d'application de la tension d'essai est limitée à 2 s.

La tension initialement appliquée est au moins égale à la moitié de la tension prescrite, puis rapidement portée à la pleine valeur.

APPENDIX I-A

PRODUCTION TESTS
(Routine test)

The tests specified in this appendix are intended to reveal, as far as safety is concerned, unacceptable variations in material or manufacture. These tests are intended not to impair the properties and the reliability of the transformer, and should be made by the manufacturer on each transformer after production.

Further tests may have to be made to ensure that every transformer conforms with the specimens that withstood the tests of this specification, depending on the experience gained by the manufacturer.

The manufacturer may use a test procedure which is better suited to his production arrangements and may make the tests at an appropriate stage during production, provided it can be shown that transformers which withstand the tests made by the manufacturer provide at least the same degree of safety as transformers which withstand the tests specified in this appendix.

A. Earthing continuity test

For Class I transformers, a current of at least 10 A, derived from a source with a no-load voltage not exceeding 12 V, is passed in turn between the earthing terminal and each of accessible metal parts which have to be earthed for safety reasons.

During this test, no interruption of the connections or substantial decrease of the current shall occur between the earthing terminal and the relevant accessible metal parts.

B. Checking of no-load output voltage

The no-load output voltage shall comply with Clause 11.

C. Electric strength test

The test is made in accordance with Sub-clause 17.3 but at room temperature and without the moisture test of Sub-clause 16.2.

For transformers up to and including 1 000 VA, the specified test voltage is applied for 2 s.

Initially, not more than half the prescribed voltage is applied, then it is rapidly raised to the full value.

Les essais sont effectués entre:

- 1) les parties actives des circuits primaires et les parties conductrices accessibles du transformateur;*
- 2) les circuits primaires et les circuits secondaires.*

Aucun contournement ou perforation ne doit apparaître pendant l'essai.

Des essais supplémentaires peuvent être nécessaires pour les transformateurs à haut niveau d'isolement et les transformateurs d'isolement à enroulements séparés ayant une tension locale supérieure à 1 000 V.

D. Vérification du montage des dispositifs de protection

Le fonctionnement du dispositif de protection, s'il existe, ne doit pas être empêché par un montage incorrect du dispositif sur le transformateur.

La conformité est vérifiée par examen.

Withdrawing
IEC NORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60500:1991

The tests are made between:

- 1) *live parts of the primary circuits and accessible conductive parts of the transformer;*
- 2) *primary circuits and secondary circuits.*

No flashover or breakdown shall occur during the test.

Additional tests may be required for high insulation level transformers and separating transformers with working voltage above 1 000 V.

D. Checking of mounting of protective devices

The operation of a protection device, if any, shall not be prevented by incorrect mounting of the device in the transformer.

Compliance is checked by inspection.

Withdrawing
IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60099-1:1991

ANNEXE I-B

Disponibile.

Withdawn
IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60989:1991

APPENDIX I-B

Void.

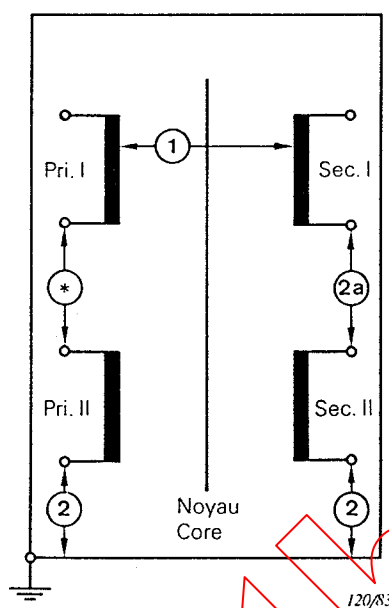
Withdawn
IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60989:1991

ANNEXE I-C/APPENDIX I-C

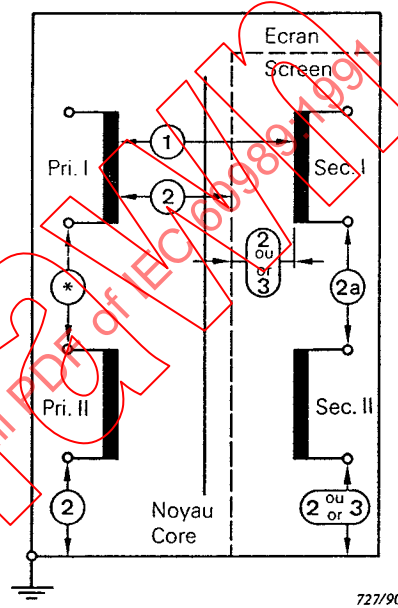
EXEMPLES DE POINTS D'APPLICATION DES TENSIONS D'ESSAI EXAMPLES OF POINTS OF APPLICATION OF TEST VOLTAGES

Note.- Les chiffres entourés d'un cercle se réfèrent à certains points du tableau VI, page 88. D'autres modes de construction ou des dispositions différentes peuvent être utilisés.

Note.- Numbers in circles refer to certain items in Table VI, page 89. Other methods of construction or layout may be used.



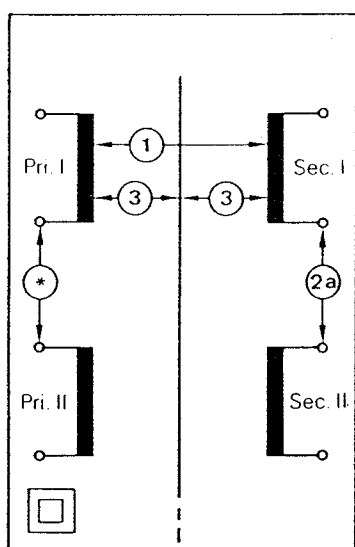
Exemple 1
Transformateur de la classe I
Example 1
Transformer of Class I construction



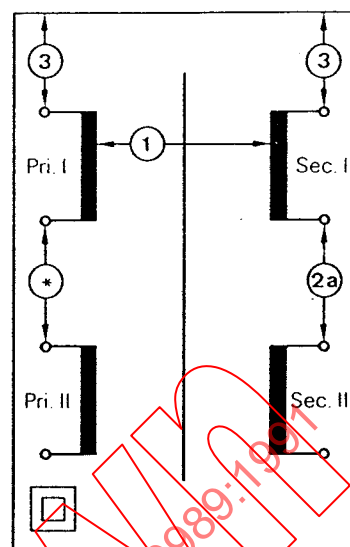
Exemple 2
Transformateur de la classe I avec écran métallique mis à la terre
Example 2
Transformer of Class I construction with earthed metal screen

⊗ Cette isolation est essayée par tension induite dans les enroulements adjacents, par l'essai haute fréquence du paragraphe 17.4.

⊗ This insulation is tested by a voltage induced in adjacent windings by the high-frequency test of Sub-clause 17.4.



i) Noyau relié à la masse
Core connected to the body

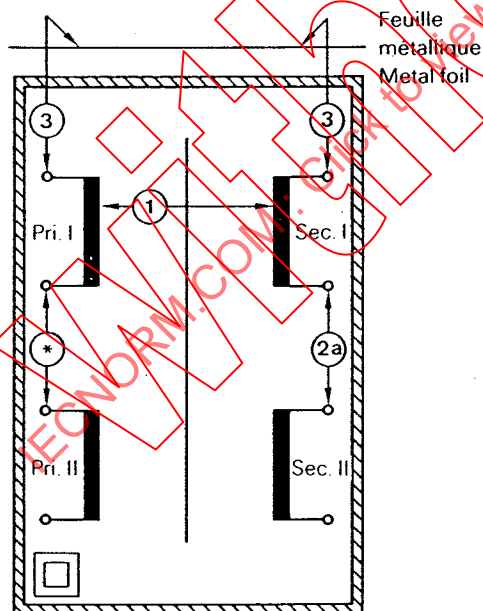


ii) Noyau isolé de la masse
Core insulated from the body

Exemple 3/Example 3

122/83

Transformateur de la classe II avec enveloppe métallique
Transformer of Class II construction with metal enclosure



Exemple 4/Example 4
Transformateur de la classe II avec enveloppe isolante
Transformer of Class II construction with enclosure of insulating material

123/83

⊗ Cette isolation est essayée par tension induite dans les enroulements adjacents, par l'essai haute fréquence du paragraphe 17.4.

⊗ This insulation is tested by a voltage induced in adjacent windings by the high-frequency test of Sub-clause 17.4.

ANNEXE I-D

MESURES DES DISTANCES D'ISOLEMENT ET DES LIGNES DE FUITE

La largeur X des rainures indiquée dans les exemples 1 à 10 ci-après est applicable à tous les cas de figure et sa valeur est fonction du degré de pollution, comme indiqué ci-après:

Degré de pollution	Valeurs minimales des largeurs X des rainures
Pollution normale	1,0 mm
Pollution sévère	1,5 mm

Si la distance d'isolement associée est plus petite que 3 mm, la largeur minimale de la rainure peut être réduite à un tiers de la valeur de cette distance d'isolement.

Les méthodes de mesure des lignes de fuite et des distances d'isolement devant être utilisées pour l'interprétation des prescriptions de la présente norme sont indiquées dans les exemples suivants. Il n'est pas fait de différences entre les fentes et les encoches ou entre les types d'isolation.

On a fait les suppositions suivantes:

- tout angle est supposé être ponté par une liaison isolante de X mm de large, placée dans la position la plus défavorable (voir exemple 3);
- lorsque la distance entre les arêtes supérieures d'une rainure est de X mm ou plus, la ligne de fuite est mesurée le long du contour de la rainure (voir exemple 2);
- les lignes de fuite et les distances d'isolement mesurées entre parties mobiles l'une par rapport à l'autre sont mesurées quand ces parties sont dans leurs positions les plus défavorables.

APPENDIX I-D

MEASUREMENT OF CREEPAGE DISTANCES AND CLEARANCES

The width X of grooves specified in the following examples 1-10 basically applies to all examples and depends on the pollution degree as follows:

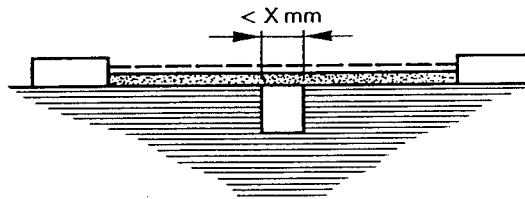
Pollution degree	Minimum values of width X of grooves
Normal pollution	1,0 mm
Severe pollution	1,5 mm

If the associated clearance is less than 3 mm, the minimum groove width may be reduced to one-third of this clearance value.

The methods of measuring creepage distances and clearances to be used in interpreting the requirements of this standard are indicated in the following examples. These cases do not differentiate between gaps and grooves or between types of insulation.

The following assumptions are made:

- any corner is assumed to be bridged with an insulating link of X mm width moved into the most unfavourable position (see example 3);
- where the distance across the top of a groove is X mm or more, a creepage distance is measured along the contours of the groove (see example 2);
- creepage distances and clearances measured between parts moving in relation to each other are measured when these parts are in their most unfavourable positions.



127/81

Condition: Ce chemin de ligne de fuite comprend une encoche à flancs parallèles ou convergents, de profondeur quelconque et de largeur inférieure à X mm.

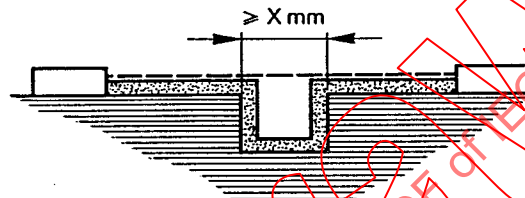
Règle: La ligne de fuite et la distance d'isolement sont mesurées en ligne droite au-dessus de l'encoche, comme indiqué sur la figure.

Exemple n° 1

Condition: Path under consideration includes a parallel- or converging-sided groove of any depth with a width less than X mm.

Rule: Creepage distance and clearance are measured directly across the groove as shown.

Example No. 1



128/81

Condition: Ce chemin de ligne de fuite comprend une encoche à flancs parallèles de profondeur quelconque et de largeur égale ou supérieure à X mm.

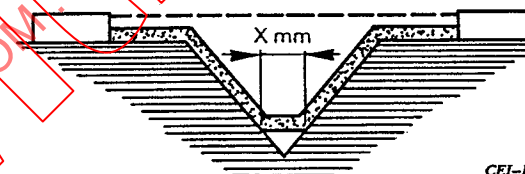
Règle: La distance d'isolement est la distance en ligne droite. Le chemin de la ligne de fuite longe le profil de l'encoche.

Exemple n° 2

Condition: Path under consideration includes a parallel-sided groove of any depth and equal to or more than X mm wide.

Rule: Clearance is the "line of sight" distance. Creepage path follows the contour of the groove.

Example No. 2



CEI-IEC 175/91

Condition: Ce chemin de ligne de fuite comprend une encoche en V dont l'angle d'ouverture est inférieur à 80° et dont la largeur est supérieure à X mm.

Règle: La distance d'isolement est la distance en ligne droite. Le chemin de la ligne de fuite longe le profil de l'encoche mais «court-circuite» le bas de l'encoche par un tronçon de X mm.

Exemple n° 3

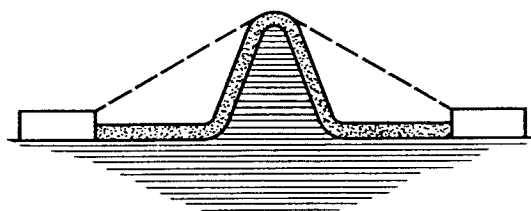
Condition: Path under consideration includes a V-shaped groove with an internal angle of less than 80° and a width greater than X mm.

Rule: Clearance is the "line of sight" distance. Creepage path follows the contour of the groove but "short-circuits" the bottom of the groove by X mm.

Example No. 3

----- Distance d'isolement
Clearance

===== Ligne de fuite
Creepage distance



131/81

Condition: Ce chemin de ligne de fuite comprend une nervure.

Condition: Path under consideration includes a rib.

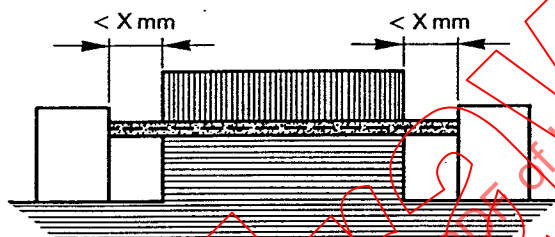
Règle: La distance d'isolement est le chemin dans l'air le plus court par-dessus le sommet de la nervure.
Le chemin de la ligne de fuite longe le profil de la nervure.

Rule: Clearance is the shortest direct air path over the top of the rib.

Creepage path follows the contour of the rib.

Exemple n° 4

Example No. 4



132/81

Condition: Ce chemin de ligne de fuite comprend deux parties non collées avec de chaque côté des encoches de largeur inférieure à X mm.

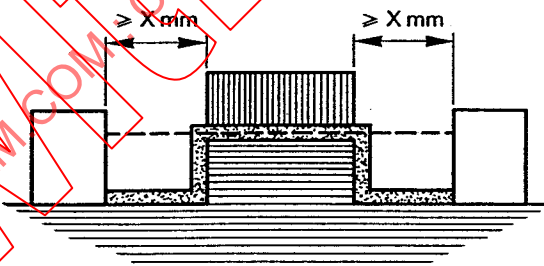
Condition: Path under consideration includes an uncemented joint with grooves less than X mm wide on either side.

Règle: Le chemin de la ligne de fuite et de la distance d'isolement est la distance en ligne droite indiquée ci-dessus.

Rule: Creepage and clearance path is the "line of sight" distance shown.

Exemple n° 5

Example No. 5



133/81

Condition: Ce chemin de ligne de fuite comprend deux parties non collées avec des encoches de largeur égale ou supérieure à X mm de chaque côté.

Condition: Path under consideration includes an uncemented joint with grooves equal to or more than X mm wide each side.

Règle: La distance d'isolement est la distance en ligne droite. Le chemin de la ligne de fuite longe le profil des encoches.

Rule: Clearance is the "line of sight" distance. Creepage path follows the contour of the grooves.

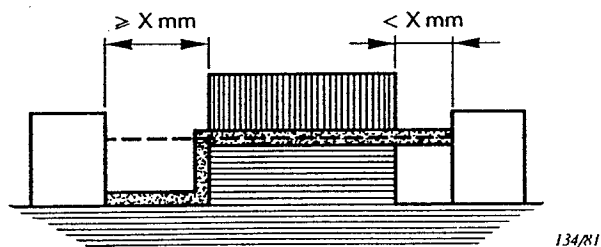
Exemple n° 6

Example No. 6

--- Distance d'isolement
Clearance



Ligne de fuite
Creepage distance



Condition: Ce chemin de ligne de fuite comprend deux parties non collées avec, d'un côté, une encoche de largeur inférieure à X mm et, de l'autre côté, une encoche de largeur égale ou supérieure à X mm.

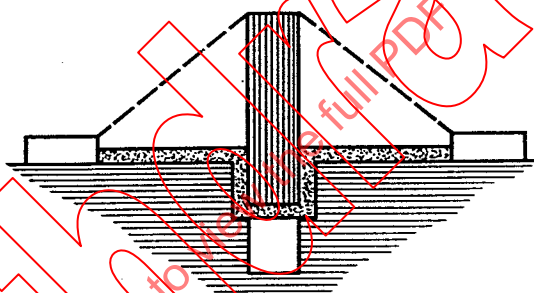
Règle: Les chemins de la distance d'isolement et de la ligne de fuite sont indiqués sur la figure.

Exemple n° 7

Condition: Path under consideration includes an uncemented joint with a groove on one side less than X mm wide and the groove on the other side equal to or more than X mm wide.

Rule: Clearance and creepage paths are as shown.

Example No. 7



Condition: La ligne de fuite à travers le joint est inférieure à la ligne de fuite par-dessus la barrière.

Règle: La distance d'isolement est le chemin dans l'air le plus court par dessus le sommet de la barrière. La ligne de fuite longe le profil de la barrière à travers l'encoche.

Exemple n° 8

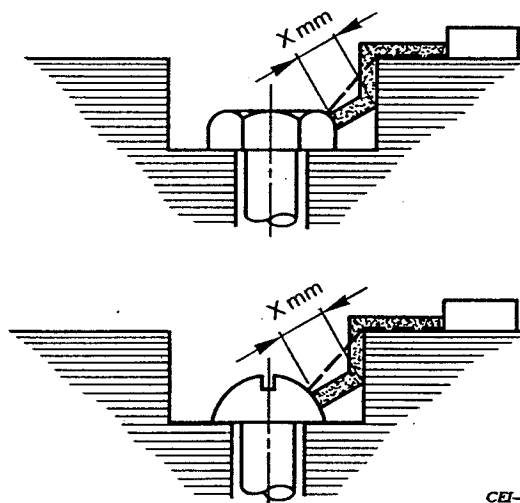
Condition: Creepage distance through the joint less than creepage distance over the barrier.

Rule: Clearance is the shortest direct air path over the top of the barrier. Creepage distance follows the contour of the barrier through the groove.

Example No. 8

----- Distance d'isolement
Clearance

===== Ligne de fuite
Creepage distance



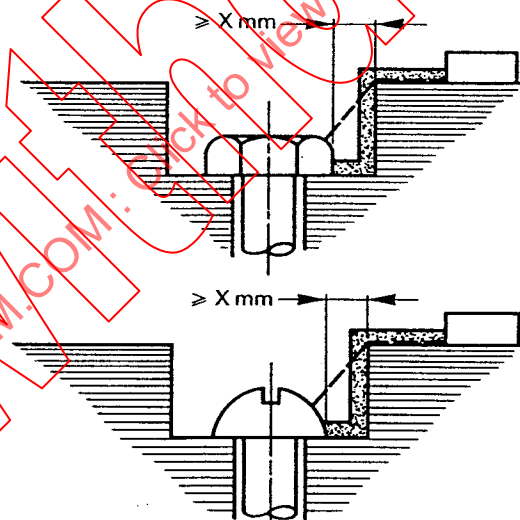
CEI-IEC 178/91

Distance entre tête de vis et paroi du logement trop faible pour être comptée.

Gap between of screw and wall of recess too narrow to be taken into account.

Exemple n° 9

Example No. 9



136/81

Distance entre tête de vis et paroi du logement suffisante pour être comptée.

Gap between head of screw and wall of recess wide enough to be take into account.

Exemple n° 10

Example No. 10



Distance d'isolement
Clearance



Ligne de fuite
Creepage distance

- Page blanche -

- Blank page -

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60989:1991

ANNEXE I-E

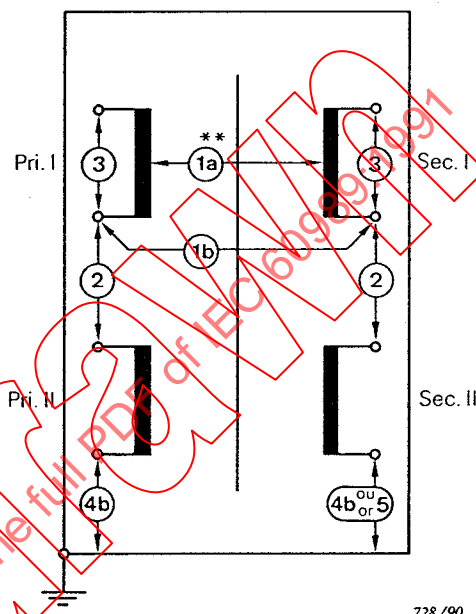
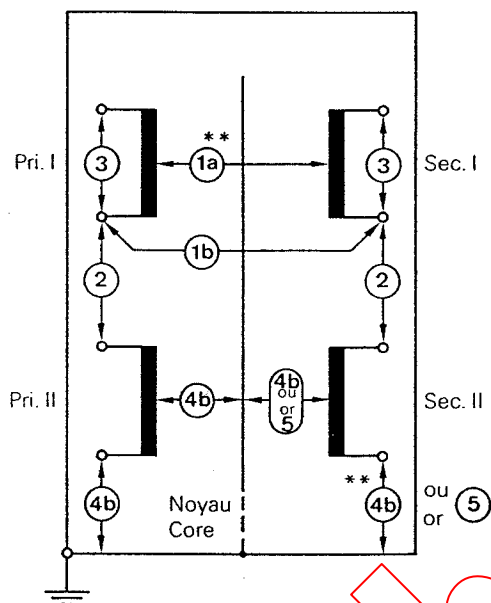
APPENDIX I-E

EXEMPLES DES POINTS DE MESURE DES LIGNES DE FUITE ET DES DISTANCES D'ISOLEMENT

EXAMPLES OF POINTS OF MEASUREMENT OF CREEPAGE DISTANCES AND CLEARANCES

Note.- Les chiffres entourés d'un cercle se réfèrent à certains points du tableau XV, page 206. D'autres modes de construction ou des dispositions différentes peuvent être utilisés.

Note.- Numbers in circles refer to certain items in Table XV, page 207. Other methods of construction or layout may be used.

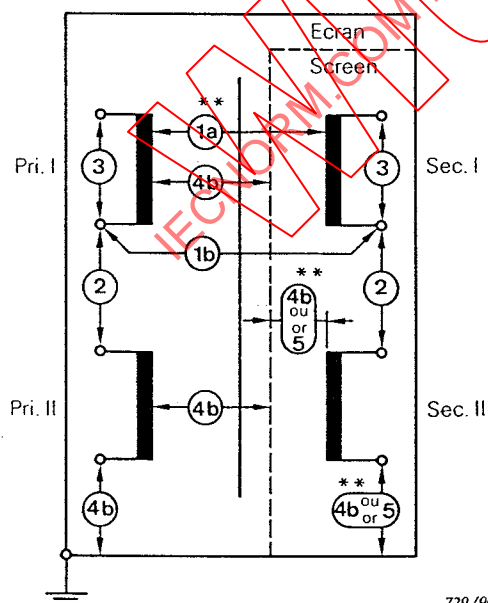


Exemple 1/Example 1

i) Noyau relié à la masse
Core connected to the body

ii) Noyau isolé de la masse
Core insulated from the body

Transformateur de la classe I
Transformer of Class I construction



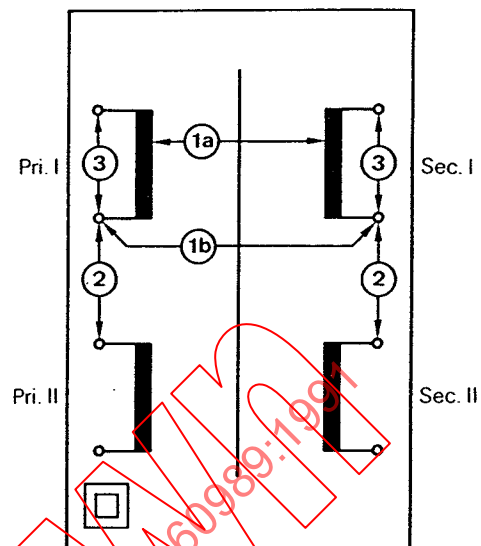
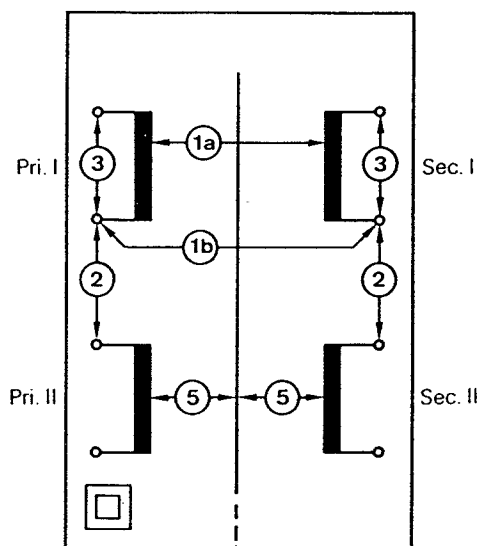
Exemple 2/Example 2

Transformateur de la classe I avec écran
métallique mis à la terre.

Transformer of Class I construction with
earthed metal screen.

** 4b et 1a non mesurés pour les transformateurs fixes autres que les transformateurs de séparation des circuits.

** 4b and 1a not measured for fixed connected transformers other than isolating transformers.



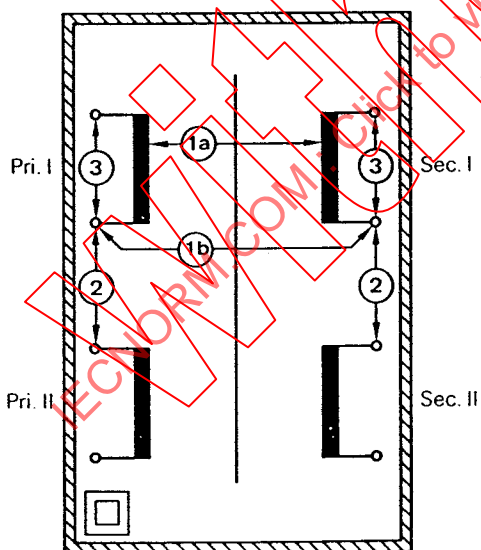
Exemple 3/Example 3

126/83

i) Noyau relié à la masse
Core connected to the body

ii) Noyau isolé de la masse
Core insulated from the body

Transformateur de la classe II avec enveloppe métallique
Transformer of Class II construction with metal enclosure



127/83

Exemple 4/Example 4

Transformateur de la classe II avec enveloppe isolante.

Transformer of Class II construction with enclosure of insulating material.

CHAPITRE II: REGLES COMPLEMENTAIRES CONCERNANT LES TRANSFORMATEURS A ENROULEMENTS SEPARES SPECIAUX

SECTION UN - TRANSFORMATEURS DE COMMANDE

1. Domaine d'application

Remplacer le premier alinéa par le suivant:

La présente norme est applicable aux transformateurs de commande incorporés ou non, à refroidissement par air, fixes ou mobiles, monophasés ou polyphasés, de tension primaire assignée ne dépassant pas 1 000 V et de fréquence assignée ne dépassant pas 500 Hz, sans limitation de puissance assignée.

2. Définitions

Addition: ajouter les définitions suivantes:

2.101 *Un transformateur de commande* est un transformateur d'isolement à enroulements séparés destiné à alimenter des circuits de commande, (par exemple: circuits de contrôle, de signalisation, de verrouillage, etc.).

2.102 *La puissance thermique assignée* d'un transformateur de commande est la puissance maximale qu'il est possible de lui faire débiter en régime permanent sous la tension d'alimentation assignée, à la fréquence assignée et sous une charge à $\cos \phi = 1$.

2.103 *La puissance instantanée admissible* est la puissance maximale avec $\cos \phi = 0,5$ que peut délivrer pendant un court instant un transformateur de commande alimenté sous la tension et la fréquence assignées.

7. Marques et indications

Ajouter la prescription suivante:

7.1 Le transformateur de commande doit porter l'indication de la puissance thermique assignée et la puissance instantanée admissible en VA (exemple: 100/300 VA).

7.9 *Ajouter le symbole suivant:*



Transformateur de commande

9. Changement de la tension primaire d'alimentation

Ajouter ce qui suit:

Si les transformateurs de commande sont pourvus de prises intermédiaires au primaire permettant des adaptations à la tension du réseau, ces prises sont marquées de la valeur de la tension primaire correspondant aux prises intermédiaires.

Les prises échelonnées de 5% sont préférées.

CHAPTER II: PARTICULAR REQUIREMENTS FOR SPECIAL SEPARATING TRANSFORMERS

SECTION ONE - CONTROL TRANSFORMERS

1. Scope and object

Replace the first paragraph by the following:

This standard is applicable to air cooled stationary or portable control transformers, incorporated or otherwise, single-phase or poly-phase, having a rated supply voltage not exceeding 1 000 V and rated frequency not exceeding 500 Hz, and no limitation on the rated output.

2. Definitions

Add the following definitions:

- 2.101 *Control transformer* denotes a separating transformer intended to supply power to control circuits (e.g.: controlling, signalling, interlocking, etc.)
- 2.102 *Rated thermal power of a control transformer* denotes the maximum power that a control transformer can deliver in continuous duty when it is supplied at the rated primary voltage and rated frequency and loaded at $\cos \phi = 1$.
- 2.103 *Admissible instantaneous power* denotes the maximum power delivered at $\cos \phi = 0,5$ by a control transformer for a short time when it is supplied at rated voltage and frequency.

7. Marking

7.1 *Add the following requirement:*

The control transformer shall be marked with the rated thermal power and the admissible instantaneous power in VA (e.g. 100/300 VA).

7.9 *Add the following symbol:*



Control transformer

9. Change of input voltage setting

Add the following:

If control transformers are provided with input tapplings to allow adjustments to supply voltage, these tapplings shall be marked with the value of the input voltage corresponding to the tapplings.

Tappings in steps of 5% are preferred.

10. Tension secondaire et courant secondaire en charge

10.1 Remplacer le paragraphe par le suivant:

Lorsque le transformateur est alimenté à la tension primaire assignée à la fréquence assignée, la tension secondaire ne doit pas varier de plus de $\pm 5\%$ de la valeur assignée, quand le transformateur est chargé à la charge assignée à $\cos \phi = 1$, le transformateur étant à la température ambiante assignée.

La conformité est vérifiée en mesurant la tension secondaire lorsque l'appareil a atteint son état d'équilibre thermique.

Immédiatement après, le transformateur est chargé à la charge assignée pour la puissance instantanée admissible à $\cos \phi = 0,5$. La tension secondaire mesurée ne devra pas être inférieure à 95% de la valeur assignée.

Si $\cos \phi$ est différent de 1, il est toujours en déphasage arrière (inductif).

Il convient de mesurer la tension secondaire à la puissance instantanée admissible durant les 50 ms pendant lesquelles cette surcharge est appliquée afin d'éviter de mesurer une chute de tension supplémentaire qui serait due à l'élévation de température du transformateur.

11. Tension secondaire à vide

Remplacer le premier alinéa par le suivant:

La tension à vide ne doit pas dépasser 110% de la tension assignée.

13. Echauffements

13.2 Remplacer le 7ème alinéa par le suivant:

Les transformateurs sont alimentés sous la tension d'alimentation assignée et chargés avec une impédance qui donnerait la puissance thermique des transformateurs de commande en régime continu à la tension secondaire assignée et pour un courant alternatif sous facteur de puissance assigné ($\cos \phi = 1$); la tension d'alimentation est ensuite augmentée de 6%. Après cette augmentation de la tension aucune modification n'est apportée au circuit.

17. Résistance d'isolement et rigidité diélectrique

17.3 Ajouter ce qui suit avant le tableau VI:

Pour les transformateurs de commande, les valeurs des tensions d'essai du tableau VI sont à multiplier par un facteur de 1,4.

Les transformateurs de commande sont soumis à des surtensions dues à la nature inductive de leurs charges.

10. Output voltage and output current under load

10.1 *Replace this sub-clause by the following:*

When the transformer is connected to the rated supply voltage at rated frequency, the output voltage shall not differ from the rated value by more than $\pm 5\%$ when loaded with the normal rated load at $\cos \phi = 1$, the transformer being at rated ambient temperature.

Compliance is checked by measuring the output voltage when steady state conditions have been established.

Immediately after, the transformer is loaded with the rated load for the admissible instantaneous power at power factor $\cos \phi = 0,5$. The output voltage measured shall not be less than 95% of the rated output value.

If the $\cos \phi$ is different from 1, it is always lagging (inductive).

The output voltage measurement for the admissible instantaneous power should be measured within 50 ms of applying this overload to minimize the effects of supplementary heating of the transformer.

11. No-load output voltage

Replace the first paragraph by the following:

The no-load output voltage shall not exceed 110% of the rated value.

13. Heating

13.2 *Replace the seventh paragraph by the following:*

Transformers are connected to rated supply voltage and loaded with an impedance which would give the thermal power of control transformers in continuous duty at rated output voltage and for a.c. current at rated power factor ($\cos \phi = 1$); then the supply voltage is increased by 6%. After this voltage increase, no change is made in the circuit.

17. Insulation resistance and electric strength

17.3 *Add the following before Table VI:*

For control transformers the values of test voltages in Table VI are increased by a factor of 1,4.

Control transformers are subject to surge voltages due to the inductive nature of their loads.

25. Lignes de fuite et distances dans l'air

Remplacer le premier alinéa par le suivant:

Les valeurs des lignes de fuite et des distances dans l'air et à travers l'isolation doivent être au moins celles données au tableau XV multipliées par un facteur de 1,4.

Voir la note du paragraphe 17.3.

SECTION DEUX - TRANSFORMATEURS D'ALLUMAGE POUR BRULEURS A GAZ ET A COMBUSTIBLES LIQUIDES

1. Domaine d'application et objet

1.1 *Ajouter ce qui suit:*

Pour les transformateurs monophasés utilisés dans les dispositifs d'allumage pour brûleurs à gaz et à combustibles liquides, la tension secondaire assignée ne doit pas excéder 15 000 V efficaces.

2. Définitions

2.14 *Remplacer cette définition par:*

Le courant secondaire assigné d'un transformateur d'allumage est le courant secondaire de court-circuit à la tension d'alimentation assignée et à la fréquence assignée.

2.15 *Remplacer cette définition par:*

La tension secondaire assignée d'un transformateur d'allumage est la tension secondaire à vide, à la tension d'alimentation assignée et à la fréquence assignée.

Ajouter les définitions suivantes:

2.101 *Un transformateur d'allumage* fait partie d'un équipement qui génère un arc à haut potentiel entre deux électrodes elles-mêmes connectées au secondaire haute tension du transformateur. Les transformateurs d'allumage sont destinés à être utilisés avec un bloc de commande.

2.102 *Le facteur de marche* indique le temps durant lequel le transformateur est connecté à sa charge, comme pourcentage de la durée totale du cycle de 3 min.

4. Généralités sur les essais

Ajouter le paragraphe suivant:

4.101 Quelques mesures sont potentiellement dangereuses; par conséquent, des précautions doivent être prises.

25. Creepage distances and clearances

Replace the first paragraph by the following:

Creepage distances, clearances and distances through insulation shall be not less than the values shown in Table XV increased by a factor of 1,4.

See note to Sub-clause 17.3.

SECTION TWO - IGNITION TRANSFORMERS FOR GAS AND OIL BURNERS

1. Scope and object

1.1 Add the following:

For single phase transformers used in the ignition system of oil and gas burners, the rated output voltage shall not exceed 15 000 V r.m.s.

2. Definitions

2.14 Replace this definition by:

Rated output current of an ignition transformer denotes the secondary short-circuit current at rated supply voltage and rated frequency.

2.15 Replace this definition by:

Rated output voltage of an ignition transformer denotes the secondary no-load voltage at rated supply voltage and rated frequency.

Add the following definitions:

2.101 *An ignition transformer* forms part of equipment which generates a high potential arc between two electrodes which are connected to the high voltage output of the transformer. Ignition transformers are designed to be used with control units.

2.102 *Rated duty factor* denotes the time during which the transformer is connected to its load, as a percentage of the total duration of the three-minute cycle.

4. General notes on tests

Add the following sub-clause:

4.101 Some measurements are potentially dangerous and therefore suitable precautions shall be taken.

5. Caractéristiques assignées

Remplacer cet article par le suivant:

- 5.1 Les transformateurs d'allumage sont destinés au fonctionnement intermittent pendant des périodes maximales de 3 min ou pour le fonctionnement permanent.

Les valeurs préférentielles du facteur de marche pour un fonctionnement intermittent sont de 20% et 30%, pour une durée de 3 min (voir tableau XVI).

- 5.2 La tension secondaire assignée ne doit pas excéder 15 000 V efficaces.

- 5.3 Les valeurs préférentielles du courant secondaire assigné sont données dans le tableau XVI.

6. Classification

- 6.1 *Ajouter la prescription suivante:*

Les transformateurs d'allumage doivent être de la classe I.

- 6.2 *Ajouter la prescription suivante:*

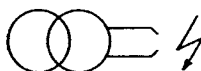
Les transformateurs d'allumage doivent être des transformateurs résistant aux courts-circuits par construction ou des transformateurs non dangereux en cas de défaillance.

7. Marques et indications

- 7.1 *Ajouter les prescriptions suivantes:*

- couplage de l'enroulement secondaire (en accord avec le point 3 du tableau XVI);
- facteur de marche.

- 7.9 *Ajouter le symbole suivant:*



transformateur d'allumage

8. Protection contre les chocs électriques

- 8.2 *Remplacer le texte de ce paragraphe par le suivant:*

Le courant de fuite dans le circuit primaire ne doit pas dépasser 5 mA en régime établi en cas d'emploi de condensateurs d'antiparasitage. Mesure suivant annexe II-2-B.

10. Tension secondaire et courant secondaire en charge

- 10.1 N'est pas applicable.

5. Rating

Replace this sub-clause by the following:

- 5.1 Ignition transformers are intended for intermittent operation for a maximum time of 3 min or for continuous operation.

Preferred values of the duty factor for intermittent operation are: 20% and 30% for a time of 3 min (see Table XVI).

- 5.2 The rated output voltage shall not exceed 15 000 V r.m.s.

- 5.3 Preferred values for rated output currents are given in Table XVI.

6. Classification

- 6.1 *Add the following requirement:*

Ignition transformers shall be of Class I construction.

- 6.2 *Add the following requirement:*

Ignition transformers shall be inherently short-circuit proof transformers or fail-safe transformers.

7. Marking

- 7.1 *Add the following requirements:*

- connection arrangement of output winding (according to Item 3 of Table XVI);
- rated duty factor.

- 7.9 *Add the following symbol:*



8. Protection against electric shock

- 8.2 *Replace the text of this sub-clause by the following:*

Leakage current of the input circuit shall not exceed 5 mA when using radio interference suppression capacitors (measured under steady conditions). The measurement is made as shown in Appendix II-2-B.

10. Output voltage and output current under load

- 10.1 Not applicable.

Ajouter le paragraphe suivant:

- 10.101 Le courant secondaire ne doit pas différer de la valeur assignée de plus de 10%.

La conformité est vérifiée par l'essai suivant.

Les bornes du secondaire du transformateur sont court-circuitées au moyen d'un ampèremètre approprié. Le transformateur est alimenté à la tension assignée, à la fréquence assignée et travaille sous le facteur de marche assigné, jusqu'à avoir atteint la stabilisation de la température de régime du transformateur. La valeur du courant secondaire est alors mesurée. La tension d'alimentation est réduite à 85%.

Le courant secondaire ne doit pas être inférieur aux valeurs indiquées à la ligne 5 du tableau XVI.

11. Tension secondaire à vide

Remplacer le premier alinéa par le suivant:

La tension secondaire à vide ne doit pas différer de la valeur assignée de plus de 10%.

La conformité est vérifiée par l'essai suivant.

On mesure la valeur efficace de la tension secondaire, le primaire du transformateur étant alimenté sous sa tension assignée et à la fréquence assignée. Pendant cet essai, le conducteur de protection doit être mis à la terre.

Il convient de choisir l'installation d'essai de telle façon qu'aucune élévation de tension n'apparaisse due à l'impédance capacitive de l'installation d'essai ou du réseau de mesure.

TABLEAU XVI

Valeurs préférentielles des paramètres opérationnels

	Couplage d'enroulement secondaire										
	M	M	E	E	M	M	E	E	M	M	M
1 Facteur de marche en % pour un temps de 3 min	100	100	100	100	33	33	33	33	33	20	20
2 Tension secondaire assignée en kV	14	10	7	5	14	10	7	5	10	10	10
3 Courant secondaire assigné en mA	20	20	20	20	30	20	20	20	16	16	20
4 Courant secondaire minimal sous tension d'alimentation réduite (85%)	14	14	14	14	21	14	14	14	11	11	14
5 Temps du court-circuit en minutes pour l'essai					30	30	30	30	30	15	15

M = point milieu de l'enroulement connecté à la terre (masse de l'appareil)
E = mise à la terre d'un seul côté de l'enroulement (masse de l'appareil)

Add the following sub-clause:

- 10.101 Output current shall not deviate by more than 10% of the rated value.

Compliance is checked by the following test.

The output terminals of the transformer are short-circuited by means of a suitable ammeter. The transformer is connected to rated supply voltage at rated frequency and operated at the rated duty factor until steady state conditions are reached. The output current is then measured. The supply voltage is reduced to 85%.

The minimum output current values shall be not less than the values given in line 5 of Table XVI.

11. No-load output voltage

Replace the first paragraph by the following:

The no-load output voltage shall not deviate from the rated value by more than 10%.

Compliance is checked by the following test.

The transformer is connected at rated supply voltage and rated frequency. The r.m.s. value of the no-load output voltage is measured. During this test the earthing terminal shall be connected to protective earth.

The test equipment should be selected so that no voltage rise occurs through capacity in the test equipment or measurement network.

TABLE XVI

Preferred values of operational parameters

	Connection arrangement of output winding										
	M	M	E	E	M	M	E	E	M	M	M
1 Duty factor in % for a time of 3 min	100	100	100	100	33	33	33	33	33	20	20
2 Rated output voltage in kV	14	10	7	5	14	10	7	5	10	10	10
3 Rated output current in mA	20	20	20	20	30	20	20	20	16	16	20
4 Minimum output current in mA at reduced supply voltage (85%)	14	14	14	14	21	14	14	14	11	11	14
5 Short-circuit time for test in minutes					30	30	30	30	30	15	15

M = midpoint of winding connected to earth (body)

E = one end of winding connected to earth (body)