

**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**

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 989: 1991



Documents
Document Sharing Hub

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



Documents
Document Sharing Hub

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 constitutants	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.

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 manoeuvre.

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 manoeuvre 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 ($t_a + 10$) °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";

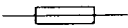
- for type Z attachments:

"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:

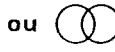
V (or kV)	volts (or kilovolts)
A (or mA)	amperes (or milliamperes)
VA (or VAR)	voltamperes (or voltamperes reactive for reactors)
kVA (or kVAR)	kilovoltamperes (or kilovoltamperes reactive for reactors)
W	watts
Hz	hertz
PRI	input
SEC	output
— — —	direct current
N	neutral
~	single-phase
3 ~	three-phase
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



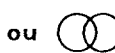
autotransformateur



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.