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 procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'éditeur.

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

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

Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE XE

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

SOMMAIRE

Pages

PREAMBULE 8

PREFACE 8

PLAN D'ENSEMBLE DE LA NORME 12

CHAPITRE I: REGLES COMMUNES

Articles

1. Domaine d'application et objet 14
2. Définitions 16
3. Prescriptions générales 30
4. Généralités sur les essais 32
5. Caractéristiques assignées 36
6. Classification 36
7. Marques et indications 38
8. Protection contre les chocs électriques 48
9. Changement de la tension primaire d'alimentation 56
10. Tension secondaire et courant secondaire en charge 58
11. Tension secondaire à vide 60
12. Tension de court-circuit 60
13. Echauffements 60
14. Protection contre les courts-circuits et les surcharges 72
15. Résistance mécanique 80
16. Protection contre les effets nuisibles dus à la pénétration de l'eau et à l'humidité 82
17. Résistance d'isolement et rigidité diélectrique 84
18. Construction 90
19. Eléments constituants 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

Articles Pages

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 transformateurs 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

Clause Page

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 SEPARES, 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 voeu 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(CO)29	14D(CO)30	14D(CO)31	14D(CO)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 SEPARES, 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.

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.