

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

61558-1

Première édition
First edition
1997-02

**PUBLICATION GROUPEE DE SÉCURITÉ
GROUP SAFETY PUBLICATION**

**Sécurité des transformateurs, blocs d'alimentation
et analogues –**

**Partie 1:
Règles générales et essais**

**Safety of power transformers, power supply units
and similar –**

**Part 1:
General requirements and tests**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 61558-1: 1997

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**

61558-1

Première édition
First edition
1997-02

**PUBLICATION GROUPEE DE SÉCURITÉ
GROUP SAFETY PUBLICATION**

**Sécurité des transformateurs, blocs d'alimentation
et analogues –**

**Partie 1:
Règles générales et essais**

**Safety of power transformers, power supply units
and similar –**

**Part 1:
General requirements and tests**

© IEC 1997 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.

International Electrotechnical Commission
Telefax: +41 22 919 0300

3, rue de Varembé Geneva, Switzerland
e-mail: inmail@iec.ch IEC web site <http://www.iec.ch>



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
AVANT-PROPOS	6
INTRODUCTION	10
Articles	
1 Domaine d'application	12
2 Références normatives	14
3 Définitions.....	20
4 Prescriptions générales.....	36
5 Généralités sur les essais	36
6 Caractéristiques assignées	40
7 Classification	40
8 Marquage et indications	42
9 Protection contre l'accessibilité aux parties actives dangereuses.....	52
10 Changement de la tension primaire d'alimentation	56
11 Tension secondaire et courant secondaire en charge	56
12 Tension secondaire à vide	58
13 Tension de court-circuit	58
14 Echauffements	58
15 Protection contre les courts-circuits et les surcharges.....	70
16 Résistance mécanique.....	78
17 Protection contre les effets nuisibles dus à la pénétration de poussière, d'objets solides et de l'humidité	82
18 Résistance d'isolement et rigidité diélectrique.....	90
19 Construction	94
20 Composants	106
21 Conducteurs internes	116
22 Raccordement à l'alimentation et câbles souples externes	116
23 Bornes pour conducteurs externes	128
24 Dispositions en vue de la mise à la terre.....	132
25 Vis et connexions	136
26 Lignes de fuite, distances d'isolement et distances à travers l'isolation.....	140
27 Résistance à la chaleur, à la chaleur anormale, au feu et aux courants de cheminement ..	154
28 Protection contre la rouille.....	158

CONTENTS

	Page
FOREWORD	7
INTRODUCTION	11
Clause	
1 Scope	13
2 Normative references	15
3 Definitions	21
4 General requirements	37
5 General notes on tests	37
6 Ratings	41
7 Classification	41
8 Marking and other information	43
9 Protection against accessibility to hazardous live parts	53
10 Change of input voltage setting	57
11 Output voltage and output current under load	57
12 No-load output voltage	59
13 Short-circuit voltage	59
14 Heating	59
15 Short circuit and overload protection	71
16 Mechanical strength	79
17 Protection against harmful ingress of dust, solid objects and moisture	83
18 Insulation resistance and dielectric strength	91
19 Construction	95
20 Components	107
21 Internal wiring	117
22 Supply connection and other external flexible cables or cords	117
23 Terminals for external conductors	129
24 Provision for protective earthing	133
25 Screws and connections	137
26 Creepage distances, clearances and distances through insulation	141
27 Resistance to heat, abnormal heat, fire and tracking	155
28 Resistance to rusting	159

Articles	Pages
Figures 1 à 7	160-165
Annexes	
A Mesure des distances d'isolement et des lignes de fuite	166
B Essais d'une série de transformateurs	172
C Lignes de fuite et distances d'isolement – Matériau groupe II	176
D Lignes de fuite et distance d'isolement – Matériau groupe I	182
E Essai au fil incandescent	188
F Prescriptions pour les interrupteurs conformes à la CEI 1058	190
G Essai de résistance aux courants de cheminement	194
H Circuits électroniques	196
J Circuit de mesure pour les courants de contact	206
K Fils de bobinage isolés pour utilisation comme isolation multicouche	208
L Essais individuels en cours de fabrication (essais de routine)	212
M Exemples destinés à être utilisés comme guide pour 19.1	216
N Exemples de points d'application de tensions d'essai	219
P Exemples de points de mesure des lignes de fuite et des distances d'isolement	221
Q Explication des chiffres IP pour les degrés de protection	224
R Explications sur la façon d'appliquer 4.1.1.2.1 de la CEI 664-1	228
S Bibliographie	230
T Index des définitions	232
U Liste des parties 2 (dont la publication est prévue)	234

Clause	Page
Figures 1 to 7	160-165
Annexes	
A Measurement of creepage distances and clearances	166
B Testing of a series of transformers.....	173
C Creepage distances and clearances – Material group II.....	177
D Creepage distances and clearances – Material group I.....	183
E Glow-wire test	189
F Requirements for switches complying with IEC 1058	191
G Tracking test	195
H Electronic circuits	197
J Measuring network for touch-currents	207
K Insulated winding wires for use as multiple layer insulation.....	209
L Routine tests (production tests)	213
M Examples to be used as a guide for 19.1.....	216
N Examples of points of application of test voltages	219
P Examples of points of measurement of creepage distances and clearances	221
Q Explanation of IP numbers for degrees of protection	225
R Explanations of the application of 4.1.1.2.1 of IEC 664-1.....	229
S Bibliography	231
T Index of definitions	233
U List of parts 2 (forthcoming publications).....	235

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

SÉCURITÉ DES TRANSFORMATEURS, BLOCS D'ALIMENTATION ET ANALOGUES –

Partie 1: Règles générales et essais

AVANT-PROPOS

- 1) La CEI (Commission Electrotechnique Internationale) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, la CEI, entre autres activités, publie des Normes Internationales. Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec la CEI, participent également aux travaux. La CEI collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de la CEI concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les documents produits se présentent sous la forme de recommandations internationales. Ils sont publiés comme normes, rapports techniques ou guides et agréés comme tels par les Comités nationaux.
- 4) Dans le but d'encourager l'unification internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent à appliquer de façon transparente, dans toute la mesure possible, les Normes Internationales de la CEI dans leurs normes nationales et régionales. Toute divergence entre la norme CEI et la norme nationale ou régionale correspondante doit être indiquée en termes clairs dans cette dernière.
- 5) La CEI n'a fixé aucune procédure concernant le marquage comme indication d'approbation et sa responsabilité n'est pas engagée quand un matériel est déclaré conforme à l'une de ses normes.
- 6) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Norme internationale peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale CEI 61558-1 a été établie par le comité d'études 96 de la CEI: Petits transformateurs, bobines d'inductance et **blocs d'alimentation**, transformateurs, bobines d'inductance et **blocs d'alimentation** spéciaux: Prescriptions de sécurité.

Elle a le statut de publication groupée de sécurité conformément au guide CEI 104: Guide pour la rédaction des normes de sécurité et rôle des comités chargés de fonctions pilotes de sécurité et de fonctions groupées de sécurité (1984).

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
96/47/FDIS	96/70/RVD

Le rapport de vote indiqué dans le tableau ci-dessus donne toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cette norme.

La présente partie 1 doit être utilisée avec la partie 2 appropriée, qui comporte les articles complétant ou modifiant les articles de la partie 1, afin d'établir les règles complètes pour chaque type d'appareil.

La présente partie 1 remplace le chapitre I des CEI 742 et CEI 989.

Les pays peuvent souhaiter considérer l'application de la présente norme, dans la mesure du possible, aux transformateurs non mentionnés dans la partie 2 ainsi qu'aux transformateurs conçus suivant de nouveaux principes.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

SAFETY OF POWER TRANSFORMERS, POWER SUPPLY UNITS AND SIMILAR –

Part 1: General requirements and tests

FOREWORD

- 1) The IEC (International Electrotechnical Commission) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of the IEC is to promote international co-operation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, the IEC publishes International Standards. Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. The IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
- 2) The formal decisions or agreements of the IEC on technical matters express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested National Committees.
- 3) The documents produced have the form of recommendations for international use and are published in the form of standards, technical reports or guides and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 4) In order to promote international unification, IEC National Committees undertake to apply IEC International Standards transparently to the maximum extent possible in their national and regional standards. Any divergence between the IEC Standard and the corresponding national or regional standard shall be clearly indicated in the latter.
- 5) The IEC provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with one of its standards.
- 6) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this International Standard may be the subject of patent rights. The IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 61558-1 has been prepared by IEC technical committee 96: Small power transformers, reactors and **power supply units** and special transformers, reactors and **power supply units**. Safety requirements.

It has the status of a group safety publication in accordance with IEC Guide 104: Guide for the drafting of safety standards, and the role of Committees with safety pilot functions and safety group functions (1984).

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

FDIS	Report on voting
96/47/FDIS	96/70/RVD

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

This part 1 is to be used in conjunction with the appropriate part 2, which contains clauses to supplement or modify the corresponding clauses of part 1, in order to provide the relevant requirements for each type of product.

This part 1 replaces Chapter I of IEC 742 and IEC 989.

However, individual countries may wish to consider its application, so far as is reasonable, to transformers not mentioned in part 2, and to transformers designed on new principles.

Si les fonctions sont couvertes par les différentes parties 2 de la CEI 1558, la partie 2 correspondante est appliquée à chacune des fonctions séparément dans la mesure du possible. Si nécessaire, il est tenu compte de l'influence d'une fonction sur une autre.

Les annexes A, B, C, D, E, F, G, H, J et K font partie intégrante de cette norme.

Les annexes L, M, N, P, Q, R, S, T et U sont données uniquement à titre d'information.

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

- prescriptions proprement dites: caractères romains;
- *modalités d'essais: caractères italiques;*
- commentaires: petits caractères romains.

Dans le texte de la norme, les mots en **gras** sont définis à l'article 3.

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 61558-1:1997

Withdrawn

If the functions of a transformer are covered by different parts 2 of IEC 1558, the relevant part 2 is applied to each function separately, so far as is reasonable. If applicable, the influence of the function on the other is taken into account.

Annexes A, B, C, D, E, F, G, H, J, and K form an integral part of this standard.

Annexes L, M, N, P, Q, R, S, T and U are for information only.

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.

In the text of the standard, the words in **bold** are defined in clause 3.

Withdrawing
IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 61558-1:1997

INTRODUCTION

De façon générale, la présente Norme internationale couvre les prescriptions de sécurité pour les transformateurs.

Lors de l'élaboration de cette norme, les prescriptions de la CEI 364 ont été prises en compte autant que possible, de sorte qu'un transformateur puisse être installé conformément à ces règles d'installation. Cependant les règles d'installation nationales peuvent différer.

Cette norme admet le niveau de protection accepté internationalement contre les risques tels que les risques électriques, mécaniques et de feu des transformateurs quand ils fonctionnent en utilisation normale selon les instructions du constructeur. Elle couvre aussi les situations anormales qui peuvent se produire en pratique.

Un transformateur conforme à cette norme ne sera pas nécessairement jugé conforme aux principes de sécurité de cette norme si, lorsqu'il est examiné et essayé, il apparaît avoir d'autres caractéristiques qui compromettent le niveau de sécurité couvert par ces prescriptions.

Un transformateur utilisant des matériaux ou ayant des formes de construction différents de ceux détaillés dans les prescriptions de cette norme peut être examiné et essayé selon les intentions de ces prescriptions et, s'il est jugé pratiquement équivalent, il peut être considéré conforme aux prescriptions de sécurité de cette norme.

Les normes traitant des aspects non relatifs à la sécurité des transformateurs sont:

- la CISPR 11 et la CISPR 14 concernant la suppression des interférences radio;
- la CEI 1000-3-2 et la CEI 1000-3-3 concernant la compatibilité électromagnétique.

L'objet de la partie 1 de la CEI 61558 est de fournir un ensemble de prescriptions et d'essais qui sont considérés être généralement applicables à la plupart des types de transformateurs et qui peuvent être appelés selon le besoin par la partie 2 appropriée de la CEI 61558. De ce fait, la partie 1 n'est pas à considérer comme une spécification en elle-même pour un type de transformateur quelconque, et ses dispositions s'appliquent seulement aux types particuliers de transformateurs dans la mesure déterminée par la partie 2 appropriée.

Les différentes parties 2, en faisant référence à l'un des articles de la partie 1, spécifient la mesure dans laquelle cette partie 2 est applicable et l'ordre dans lequel les essais sont à effectuer; elles comprennent également les prescriptions supplémentaires nécessaires. Toutes les parties 2 sont autosuffisantes et en conséquence ne contiennent aucune référence à une autre partie 2.

Lorsque, dans une des parties 2, il est fait référence à l'un des articles de la partie 1 par la phrase «L'article de la partie 1 est applicable» cette phrase signifie que toutes les prescriptions de cet article de la partie 1 s'appliquent, à l'exception de celles qui sont clairement inapplicables pour le type particulier de transformateur couvert par cette partie 2.

Chaque partie 2 de la CEI 61558 (contenant des prescriptions détaillées pour un type particulier de transformateur) est publiée séparément pour faciliter la révision et l'ajout de parties 2 supplémentaires lo

INTRODUCTION

In general, this International Standard covers safety requirements for transformers.

When elaborating this standard, the requirements of IEC 364 were taken into account as far as possible, so that a transformer may be installed in accordance with these wiring rules. However, national wiring rules may differ.

This standard recognizes the internationally accepted level of protection against hazards such as electrical, mechanical and fire of transformers when operated as in normal use, taking into account the manufacturer's instructions. It also covers abnormal situations which can be expected in practice.

A transformer which complies with this standard will not necessarily be judged to comply with the safety principles of the standard if when examined and tested, it is found to have other features which impair the level of safety covered by these requirements.

A transformer employing materials or having forms of construction differing from those detailed in the requirements of this standard may be examined and tested according to the intent of the requirement, and if found to be substantially equivalent, may be judged to comply with the safety principles of this standard.

Standards dealing with non-safety aspects of transformers are:

- CISPR 11 and CISPR 14 concerning radio interference suppression;
- IEC 1000-3-2 and IEC 1000-3-3 concerning electromagnetic compatibility.

The object of part 1 of IEC 61558 is to provide a set of requirements and tests which are considered to be generally applicable to most types of transformers, and which can be called up as required by the relevant part 2 of IEC 61558. Part 1 is thus not to be regarded as a specification by itself for any type of transformer, and its provisions apply only to particular types of transformers to the extent determined by the appropriate part 2.

The part 2 series, in referring to any of the clauses of part 1, specify the extent to which that part 2 is applicable and the order in which the tests are to be performed; they also include additional requirements as necessary. Each part 2 is self-contained and therefore does not contain references to other part 2.

Where the requirements of any of the clauses of part 1 are referred to in a part 2 by the phrase "This clause of part 1 is applicable", this phrase is to be interpreted as meaning that all requirements of that clause of part 1 apply, except any which are clearly inapplicable to the particular type of transformer covered by that part 2.

Each part 2 of IEC 61558 (containing requirements for a particular type of transformer) is published separately for ease of revision, and additional parts 2 will be added as and when a need for them is recognized.

SÉCURITÉ DES TRANSFORMATEURS, BLOCS D'ALIMENTATION ET ANALOGUES –

Partie 1: Règles générales et essais

1 Domaine d'application

1.1 La présente Norme internationale traite de tous les aspects de la sécurité électriques, thermiques et mécaniques) des:

a) Transformateurs de séparation des circuits ou des **transformateurs de sécurité**, associés ou non, **fixes** ou **mobiles**, à refroidissement par air (circulation naturelle ou forcée), monophasés ou polyphasés, de **tension primaire assignée** ne dépassant pas 1000 V en courant alternatif, de **fréquence assignée** ne dépassant pas 1 MHz et de **puissance assignée** ne dépassant pas les valeurs suivantes.

NOTE 1 – Pour des fréquences plus élevées, cette norme peut être utilisée comme document guide.

Pour les **transformateurs de séparation des circuits**:

- 25 kVA pour les transformateurs monophasés;
- 40 kVA pour les transformateurs polyphasés.

Pour les **transformateurs de sécurité**:

- 10 kVA pour les transformateurs monophasés;
- 16 kVA pour les transformateurs polyphasés.

La **tension secondaire à vide** et la **tension secondaire assignée** ne dépassent pas:

- pour les **transformateurs de séparation des circuits** 500 V en courant alternatif ou 708 V en courant continu lissé;

NOTE 2 – Pour les **transformateurs de séparation des circuits**, la **tension secondaire assignée** à vide peut aller jusqu'à 1000 V en courant alternatif ou 1 415 V en courant continu lissé en accord avec les règles nationales d'installation ou pour des applications spéciales.

- pour les **transformateurs de sécurité** 50 V efficaces en courant alternatif et/ou 120 V en courant continu lissé entre conducteurs ou entre n'importe quel conducteur et la terre.

NOTE 3 – Les **transformateurs de séparation des circuits** et les transformateurs de sécurité sont utilisés lorsque la **double isolation** ou l'**isolation renforcée** sont requises par les règles d'installation ou par la spécification de l'appareil d'utilisation (par exemple: jouets, sonneries, **outils** portatifs, baladeuses).

Les valeurs assignées pour chaque type de transformateur sont indiquées dans la partie 2 correspondante.

b) **Transformateurs à enroulements séparés**, autotransformateurs, transformateurs variables et bobines d'inductance, associés ou non, à refroidissement par air (circulation naturelle ou forcée), **fixes** ou **mobiles**, monophasés ou polyphasés, de **tension primaire assignée** ne dépassant pas 1000 V en courant alternatif, de **fréquence assignée** ne dépassant pas 1 MHz, de **tension secondaire à vide** ou en charge ne dépassant pas 15 kV en courant alternatif ou continu et, pour les **transformateurs indépendants**, n'étant pas inférieure à 50 V en courant alternatif et/ou 120 V en courant continu lissé et de **puissance assignée** ne dépassant pas les valeurs suivantes:

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

sauf spécification contraire dans les parties 2 appropriées.

SAFETY OF POWER TRANSFORMERS, POWER SUPPLY UNITS AND SIMILAR –

Part 1: General requirements and tests

1 Scope

1.1 This International Standard deals with all aspects of safety (such as electrical, thermal and mechanical) of:

a) **Stationary or portable**, single-phase or polyphase, air-cooled (natural or forced) **isolating and safety isolating transformers, associated** or otherwise, having a **rated supply voltage** not exceeding 1000 V a.c. and **rated frequency** not exceeding 1 MHz, the **rated output** not exceeding the following values.

NOTE 1 – For higher frequencies, this standard may be used as a guidance document.

For **isolating transformers**:

- 25 kVA for single-phase transformers;
- 40 kVA for polyphase transformers.

For **safety isolating transformers**:

- 10 kVA for single-phase transformers;
- 16 kVA for polyphase transformers.

The **no-load** output voltage and **rated output voltage** do not exceed:

- for **isolating transformers** 500 V a.c. or 708 V ripple free d.c.

NOTE 2 – For **isolating transformers**, the no-load **rated output voltage** may be up to 1000 V a.c. or 1 415 V ripple free d.c. to be in accordance with the national wiring rules or for special purposes.

- for **safety isolating transformers** 50 V a.c. r.m.s. and/or 120 V ripple free d.c. between conductors or between any conductor and earth.

NOTE 3 – **Isolating and safety isolating transformers** are used where **double or reinforced insulation** between circuits is required by the installation rules or by the appliance specification (for example toys, bells, portable **tools**, handlamps).

Rated values for each type of transformer are indicated in the relevant part 2.

b) **Stationary or portable**, single-phase or polyphase, air-cooled (natural or forced) **separating transformers**, auto-transformers, variable transformers and small reactors, associated or not, having a **rated supply voltage** not exceeding 1000 V a.c., a **rated frequency** not exceeding 1 MHz, a rated no-load or load output voltage not exceeding 15 kV a.c. or d.c. and for **independent transformers** not less than 50 V a.c. and/or 120 V ripple free d.c. and a **rated output** not exceeding the following values:

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

unless otherwise specified in the relevant part 2.

NOTES

1 Les **transformateurs à enroulements séparés** sont utilisés lorsque la double **isolation** ou l'**isolation renforcée** n'est pas exigée entre les circuits par les règles d'installation ou la spécification de l'appareil d'utilisation.

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

3 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.

c) **Blocs d'alimentation** incorporant un transformateur des types a) ou b).

NOTES

1 Cela peut comprendre des blocs de transformation, de redressement, de conversion, de conversion de fréquence ou leur combinaison prévue pour l'alimentation d'un équipement électrique, sauf pour les alimentations à découpage.

2 Des exemples de **blocs d'alimentation** sont les transformateurs, les éliminateurs de batteries et convertisseurs à intégrer ou indépendants. Dans le dernier cas ils peuvent être livrés avec des broches intégrées, prévues pour être introduites dans des socles fixes de prises de courant.

3 Les prescriptions pour les transformateurs pour alimentations à découpage sont contenues dans la CEI 1558-2-17.

1.2 La présente norme est applicable aux **transformateurs secs**. Les enroulements peuvent être enrobés ou non enrobés.

NOTE 1 – Pour les transformateurs à remplissage par diélectrique liquide ou par des matières pulvérulentes telles que le sable, les règles sont à l'étude.

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

Les transformateurs incorporant des circuits électroniques sont également couverts par cette norme.

Cette norme ne s'applique pas aux circuits externes et à leurs composants connectés aux bornes ou au socles de prise de courant du transformateur.

NOTES

2 Des exemples sont l'installation électrique, les fusibles et les interrupteurs.

3 L'attention est attirée sur le fait que:

- pour les transformateurs prévus pour être utilisés sur des véhicules ou à bord de navires ou d'avions, des prescriptions complémentaires peuvent être nécessaires;
- pour les transformateurs prévus pour être utilisés dans des régions tropicales, des prescriptions particulières peuvent être nécessaires;
- des règles spéciales peuvent être exigées pour l'emploi dans des emplacements présentant des conditions particulières d'environnement définies dans la CEI 364-5-51.

2 Références normatives

Les documents normatifs suivants contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour la présente partie de la CEI 61558. Au moment de la publication, les éditions indiquées étaient en vigueur. Toute document normatif est sujet à révision et les parties prenantes aux accords fondés sur la présente partie de la CEI 61558 sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des documents normatifs indiqués ci-après. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur.

CEI 50(421): 1990, *Vocabulaire Electrotechnique International – Chapitre 421: Transformateurs de puissance et bobines d'inductance*

CEI 51, *Appareils mesureurs électriques indicateurs analogiques à action directe et leurs accessoires*

NOTES

- 1 **Separating transformers** are used where **double** or **reinforced insulation** between circuits is not required by the installation rules or by the appliance specification.
- 2 The technological development of transformers might imply a need to increase the higher limit of the **rated frequency**.
- 3 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.

c) **Power supply units** incorporating a transformer of types a) or b).

NOTES

- 1 This may include units for transforming, rectifying, converting, frequency inverting or their combinations intended for power supplying electrical equipment, except for switch-mode power supplies.
- 2 Examples of **power supply units** are transformers, battery eliminators and converters for building-in or self-contained. In the latter case they can even be provided with integrated pins, intended to be introduced into fixed socket-outlets.
- 3 Requirements for transformers for switch-mode power supplies are contained in IEC 1558-2-17.

1.2 This standard is applicable to **dry type transformers**. The windings may be encapsulated or non-encapsulated.

NOTE 1 – For transformers filled with liquid dielectric or pulverised material, such as sand, requirements are under consideration.

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

Transformers incorporating electronic circuits are also covered by this standard.

This standard does not apply to external circuits and their components connected to terminals or socket-outlets of the transformer.

NOTES

- 2 Examples are wiring, fuses and switches.
- 3 Attention is drawn to the fact that:
 - for transformers intended to be used in vehicles or on board ships or aircraft, additional requirements may be necessary;
 - for transformers intended to be used in tropical countries, special requirements may be necessary;
 - in locations where special environmental conditions prevail, particular requirements may be necessary in accordance with IEC 364-5-51.

2 Normative references

The following normative documents contain provision which, through reference in this text, constitute provisions of this part of IEC 61558. At the time of publication, the editions indicated were valid. All normative documents are subject to revision, and parties to agreement based on this part of IEC 61558 are encouraged to investigate the possibility of applying the most recent editions of the normative documents indicated below. Members of IEC and ISO maintain registers of currently valid International Standards.

IEC 50(421): 1990, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 421: Power transformers and reactors*

IEC 51, *Direct acting indicating analogue electrical measuring instruments and their accessories*

CEI 65: 1985, *Règles de sécurité pour les appareils électroniques et appareils associés à usage domestique ou à usage général analogue, reliés à un réseau*

CEI 68-2-2: 1974, *Essais d'environnement – Deuxième partie: Essais – Essai B: Chaleur sèche*

CEI 68-2-6: 1995, *Essais d'environnement – Deuxième partie: Essais – Essai Fc et guide: Vibrations (sinusoïdales)*

CEI 68-2-32: 1975, *Essais d'environnement – Deuxième partie: Essais – Essai Ed: Chute libre (procédure 1)*

CEI 68-2-63: 1991, *Essais d'environnement – Deuxième partie: Essais – Essai Eg: Impacts, marteau à ressort*

CEI 76-1: 1993, *Transformateurs de puissance – Partie 1: Généralités*

CEI 83: 1975, *Prises de courant pour usage domestique et usage général similaire – Normes*

CEI 85: 1984, *Evaluation et classification thermiques de l'isolation électrique*

CEI 112: 1979, *Méthode pour déterminer les indices de résistance et de tenue au cheminement des matériaux isolants solides dans des conditions humides*

CEI 127, *Coupe-circuit miniatures*

CEI 216, *Guide pour la détermination des propriétés d'endurance thermique des matériaux isolants électriques*

CEI 227, *Conducteurs et câbles isolés au polychlorure de vinyle, de tension nominale au plus égale à 450/750 V*

CEI 245, *Conducteurs et câbles isolés au caoutchouc, de tension assignée au plus égale à 450/750 V*

CEI 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)*

CEI 269-2-1: 1987, *Fusibles basse tension – Deuxième partie: Règles supplémentaires pour les fusibles destinés à être utilisés par des personnes habilitées: (fusibles pour usages essentiellement industriels) – Sections I à III*

CEI 269-3: 1987, *Fusibles basse tension – Troisième partie: Règles supplémentaires pour les fusibles destinés à être utilisés par les personnes non qualifiées: (fusibles pour usages essentiellement domestiques et analogues)*

CEI 269-3-1: 1994, *Fusibles basse tension – Troisième partie: Règles supplémentaires pour les fusibles destinés à être utilisés par les personnes non qualifiées: (fusibles pour usages essentiellement domestiques et analogues) – Sections I à IV*

CEI 309, *Prises de courant pour usages industriels*

CEI 317, *Spécifications pour types particuliers de fils de bobinage*

CEI 320, *Connecteurs pour usages domestiques et usages généraux analogues*

CEI 364-4-41: 1992, *Installations électriques des bâtiments – Quatrième partie: Protection pour assurer la sécurité, Chapitre 41: Protection contre les chocs électriques*

CEI 364-5-51: 1994, *Installations électriques des bâtiments – Partie 5: Choix et mise en oeuvre des matériels électriques – Chapitre 51: Règles communes*

CEI 384-14: 1993, *Condensateurs fixes utilisés dans les équipements électroniques – Partie 14: Spécification intermédiaire: Condensateurs fixes d'antiparasitage et raccordement à l'alimentation*

IEC 65: 1985, *Safety requirements for mains operated electronic and related apparatus for household and similar general use*

IEC 68-2-2: 1974, *Environmental testing – Part 2: Tests – Test B: Dry heat*

IEC 68-2-6: 1982, *Environmental testing – Part 2: Tests – Test Fc and guidance: Vibration (sinusoidal)*

IEC 68-2-32: 1975, *Environmental testing – Part 2: Tests – Test Ed: Free fall (procedure 1)*

IEC 68-2-63: 1991, *Environmental testing – Part 2: Tests – Test Eg: Impact, spring hammer*

IEC 76-1: 1993, *Power transformers – Part 1: General*

IEC 83: 1975, *Plugs and socket-outlets for domestic and similar general use – Standards*

IEC 85: 1984, *Thermal evaluation and classification of electrical insulation*

IEC 112: 1979, *Method for determining the comparative and the proof tracking indices of solid insulating materials under moist conditions*

IEC 127, *Miniature fuses*

IEC 216, *Guide for the determination of thermal endurance properties of electrical insulating materials*

IEC 227, *Polyvinyl chloride insulated cables of rated voltages up to and including 450/750 V*

IEC 245, *Rubber insulated cables of rated voltages up to and including 450/750 V*

IEC 269-2: 1986, *Low voltage fuses – Part 2: Supplementary requirements for fuses for use by authorized persons (fuses mainly for industrial application)*

IEC 269-2-1: 1987, *Low voltage fuses – Part 2: Supplementary requirements for fuses for use by authorized persons (fuses mainly for industrial application) – Sections I to III*

IEC 269-3: 1987, *Low voltage fuses – Part 3: Supplementary requirements for fuses for use by unskilled persons (fuses mainly for household and similar applications)*

IEC 269-3-1: 1994, *Low voltage fuses – Part 3: Supplementary requirements for fuses for use by unskilled persons (fuses mainly for household and similar applications) – Sections I to IV*

IEC 309, *Plugs, socket-outlets and couplers for industrial purposes*

IEC 317, *Specifications for particular types of windings wires*

IEC 320, *Appliance couplers for household and similar general purposes*

IEC 364-4-41: 1992, *Electrical installations of buildings – Part 4: Protection for safety – Chapter 41: Protection against electrical shock*

IEC 364-5-51: 1994, *Electrical installations of buildings – Part 5: Selection and erection of electrical equipment – Chapter 51: Common rules*

IEC 384-14: 1993, *Fixed capacitors for use in electronic equipment – Part 14: Sectional specification: Fixed capacitors for electromagnetic interference suppression and connection to the supply mains*

CEI 417: 1973, *Symboles graphiques utilisables sur le matériel. Index, relevé et compilation des feuilles individuelles.*

CEI 449: 1973, *Domaines de tensions des installations électriques des bâtiments*

CEI 454, *Spécifications pour rubans adhésifs par pression à usages électriques*

CEI 529: 1989, *Degrés de protection procurés par les enveloppes (code IP)*

CEI 536: 1976, *Classification des matériels électriques et électroniques en ce qui concerne la protection contre les chocs électriques*

CEI 536-2: 1992, *Classification des matériels électriques et électroniques en ce qui concerne la protection contre les chocs électriques – Partie 2: Directives pour des prescriptions en matière de protection contre les chocs électriques*

CEI 664-1: 1992, *Coordination de l'isolement des matériels dans les systèmes (réseaux) à basse tension – Partie 1: Principes, prescriptions et essais*

CEI 664-3: 1992, *Coordination de l'isolement des matériels dans les systèmes (réseaux) à basse tension – Partie 3: Utilisation de revêtements vernis pour réaliser la coordination de l'isolement des cartes imprimées équipées*

CEI 691: 1993, *Protecteurs thermiques – Prescriptions et guide d'application*

CEI 695-2-1/0: 1994, *Essais relatifs aux risques du feu – Partie 2: Méthodes d'essai – Section 1/feuille 0: Méthodes d'essai au fil incandescent – Généralités*

CEI 695-2-1/1: 1994, *Essais relatifs aux risques du feu – Partie 2: Méthodes d'essai – Section 1/feuille 1: Essai au fil incandescent sur produits finis et guide*

CEI 707: 1981, *Méthodes d'essai pour évaluer l'inflammabilité des matériaux isolants électriques solides soumis à une source d'allumage*

CEI 730-1: 1993, *Dispositifs de commande électrique automatiques à usage domestique et analogue – Partie 1: Règles générales*

CEI 738-1: 1982, *Thermistances à basculement à coefficient de température positif à chauffage direct – Première partie. Spécification générique*

CEI 851, *Méthodes d'essai des fils de bobinage*

CEI 884-1: 1994, *Prises de courant pour usages domestiques et analogues – Partie 1: Règles générales*

CEI 884-2-4: 1993, *Prises de courant pour usages domestiques et analogues – Partie 2: Règles particulières pour les prises de courant pour TBTS*

CEI 898: 1995, *Petit appareillage électrique – Disjoncteurs pour la protection contre les surintensités pour installations domestiques et analogues*

CEI 906-1: 1986, *Système CEI de prises de courant pour usages domestiques et analogues – Partie 1: Prises de courant 16 A 250 V courant alternatif*

CEI 906-3: 1994, *Système CEI de prises de courant pour usages domestiques et analogues – Partie 3: Prises de courant pour TBTS, 16 A 6 V, 12 V, 24 V, 48 V courant alternatif et courant continu*

CEI 947-7-1: 1989, *Appareillage à basse tension – Partie 7: Matériels accessoires – Section 1: Blocs de jonction pour conducteurs en cuivre.*

CEI 990: 1990, *Méthodes de mesure du courant de contact et du courant dans le conducteur de protection*

CEI 998-1: 1990, *Dispositifs de connexion pour circuits basse tension pour usage domestique et analogue – Première partie: Règles générales*

IEC 417: 1973, *Graphical symbols for use on equipment. Index, survey and compilation of the single sheets*

IEC 449: 1973, *Voltage bands for electrical installations of buildings*

IEC 454, *Specification for pressure-sensitive adhesive tapes for electrical purposes*

IEC 529: 1989, *Degrees of protection provided by enclosures (IP Code)*

IEC 536: 1976, *Classification of electrical and electronic equipment with regard to protection against electric shock*

IEC 536-2: 1992, *Classification of electrical and electronic equipment with regard to protection against electric shock – Part 2: Guidelines to requirements for protection against electric shock*

IEC 664-1: 1992, *Insulation co-ordination for equipment within low voltage systems – Part 1: Principles, requirements and tests*

IEC 664-3: 1992, *Insulation co-ordination for equipment within low voltage systems – Part 3: Use of coating to achieve insulation co-ordination of printed board assemblies*

IEC 691: 1993, *Thermal-links – Requirements and application guide*

IEC 695-2-1/0:1994, *Fire hazard testing – Part 2: Test methods – Section 1/sheet 0: Glow-wire test methods – General*

IEC 695-2-1/1: 1994, *Fire hazard testing – Part 2: Test methods – Section 1/sheet 1: Glow-wire end-product test and guidance*

IEC 707: 1981, *Method of test for the determination of the flammability of solid electrical insulating materials when exposed to an igniting source*

IEC 730-1: 1993, *Automatic electrical controls for household and similar use – Part 1: General requirements*

IEC 738-1: 1982, *Directly heated positive step-function temperature coefficient thermistors – Part 1: Generic specification*

IEC 851, *Methods of test for windings wires*

IEC 884-1: 1994, *Plugs and socket-outlets for household and similar purposes – Part 1: General requirements*

IEC 884-2-4: 1993, *Plugs and socket-outlets for household and similar purposes – Part 2: Particular requirements for plugs and socket-outlets for SELV*

IEC 898: 1995, *Electrical accessories – Circuit-breakers for overcurrent protection for household and similar installations*

IEC 906-1: 1986, *IEC System of plugs and socket-outlets for household and similar purposes – Part 1: Plugs and socket-outlets 16 A 250 V a.c.*

IEC 906-3: 1994, *IEC System of plugs and socket-outlets for household and similar purposes – Part 3: SELV plugs and socket-outlets, 16 A 6 V, 12 V, 24 V, 48 V, a.c. and d.c.*

IEC 947-7-1: 1989, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 7: Ancillary equipment – Section 1: Terminal blocks for copper conductors*

IEC 990: 1990, *Methods of measurement of touch-current and protective conductor current*

IEC 998-1: 1990, *Connecting devices for low voltage circuits for household and similar purposes – Part 1: General requirements*

CEI 998-2-1: 1990, *Dispositifs de connexion pour circuits basse tension pour usage domestique et analogue – Partie 2-1: Règles particulières pour dispositifs de connexion en tant que parties séparées à organes de serrage à vis*

CEI 998-2-2: 1991, *Dispositifs de connexion pour circuits basse tension pour usage domestique et analogue – Partie 2-2: Règles particulières pour dispositifs de connexion en tant que parties séparées avec organes de serrage sans vis*

CEI 999-1: 1990, *Dispositifs de connexion. Prescriptions de sécurité pour organes de serrage à vis et sans vis pour conducteurs électriques en cuivre – Partie 1: Prescriptions générales et prescriptions particulières pour conducteurs de 0,5 mm² à 35 mm² (inclus)*

CEI 1000-3-2: 1995, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 3: Limites – Section 2: Limitation de l'émission de courant harmonique dans les réseaux basse tension pour les équipements ayant un courant appelé ≤ 16 A*

CEI 1000-3-3: 1994, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 3: Limites – Section 2: Limitation des fluctuations de tension et du flicker dans les réseaux basse tension pour les équipements ayant un courant appelé ≤ 16 A*

CEI 1032: 1990, *Calibres d'essai pour vérifier la protection par les enveloppes*

CEI 1058-1: 1990, *Interrupteurs pour appareils – Partie 1: Règles générales*

CEI 1140: 1992, *Protection contre les chocs électriques – Aspects communs pour les installations et les matériels*

ISO 3: 1973, *Nombres normaux – Séries de nombres normaux*

ISO 4046: 1978, *Papier, carton, pâtes et termes connexes – Vocabulaire*

ISO 8820: *Véhicules routiers – Fusibles électriques plats*

3 Définitions

Les définitions de transformateurs destinés à un usage particulier sont indiquées dans les parties 2 correspondantes.

Lorsque le terme transformateur est utilisé, il couvre les transformateurs, les bobines d'inductance et les blocs d'alimentation.

Lorsque les termes tension et courant sont employés, ils impliquent, pour les 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.

Pour les besoins de la présente Norme internationale, les définitions suivantes sont applicables:

3.1 Transformateurs

3.1.1 transformateur (de puissance): Appareil statique à induction électromagnétique, à deux enroulements ou plus, destiné à transformer un système de tension(s) et courant(s) alternatifs en un autre système de tension(s) et courant(s) alternatifs, de valeurs généralement différentes et de même fréquence, en vue de transférer une puissance électrique. [VEI 421-01-01]

NOTE – Les transformateurs toroïdaux sont inclus dans cette définition.

3.1.2 transformateur de séparation des circuits: Transformateur avec une **séparation de protection** entre les enroulements d'entrée et de sortie.

IEC 998-2-1: 1990, *Connecting devices for low voltage circuits for household and similar purposes – Part 2-1: Particular requirements for connecting devices as separate entities with screw-type clamping units*

IEC 998-2-2: 1991, *Connecting devices for low voltage circuits for household and similar purposes – Part 2-2: Particular requirements for connecting devices as separate entities with screwless-type clamping units*

IEC 999-1: 1990, *Connecting devices – Safety requirements for screw-type and screwless-type clamping units for electrical copper conductors – Part 1: General requirements and particular requirements for conductors from 0,5 mm² up to 35 mm² (included)*

IEC 1000-3-2: 1995, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 3: Limits – Section 2: Limitation of emission of harmonic currents in low-voltage power supply systems for equipment with rated current ≤16 A*

IEC 1000-3-3: 1994, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 3: Limits – Section 3: Limitation of voltage fluctuation and flicker in low-voltage power supply systems for equipment with rated current ≤16 A*

IEC 1032: 1990, *Test probes to verify protection by enclosures*

IEC 1058-1: 1990, *Switches for appliances – Part 1: General requirements*

IEC 1140: 1992, *Protection against electric shock. Common aspects for installations and equipment*

ISO 3: 1973, *Preferred numbers – Series of preferred numbers*

ISO 4046: 1978, *Paper, board, pulp and related terms – Vocabulary*

ISO 8820, *Road vehicles – Blade type fuse-links*

3 Definitions

Further definitions of transformers intended for particular use are indicated in the relevant parts 2.

When the term transformer is used it covers transformer, reactor and power supply where applicable.

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.

For the purpose of this International Standard, the following definitions apply:

3.1 Transformers

3.1.1 (power) transformer: A static piece of apparatus with two or more windings which, by electromagnetic induction, transforms a system of alternating voltage and current into another system of voltage and current usually of different values and at the same frequency for the purpose of transmitting electrical power. [IEV 421-01-01]

NOTE – Toroidal transformers are included in that definition.

3.1.2 isolating transformer: A transformer with **protective separation** between the **input** and **output** windings.

3.1.3 transformateur de sécurité: Transformateur de séparation des circuits destiné à alimenter des circuits **TBTS** (très basse tension de sécurité) et **TBTP** (très basse tension de protection).

3.1.4 transformateur à enroulements séparés: Transformateur avec le ou les **enroulements primaires** séparés du ou des enroulements secondaires par au moins une isolation principale.

3.1.5 transformateur pour pose encastrée: Transformateur destiné à être monté dans une boîte d'encastrement.

3.1.6 transformateur associé: Transformateur conçu pour alimenter des appareils ou équipement spécifiques ou leurs parties et qui y est incorporé ou non, mais qui est spécialement conçu pour être utilisé seulement avec le ou les appareils, ou le ou les équipements spécifiques.

3.1.7 transformateur à incorporer: Transformateur associé qui est conçu pour être intégré dans un appareil ou un équipement spécifique dont l'**enveloppe** procure une protection contre les chocs électriques.

3.1.8 transformateur pour usage spécifique: Transformateur associé qui, sans être incorporé à un appareil ou un équipement, est fixé sur ou fourni avec l'appareil ou l'équipement.

3.1.9 transformateur résistant aux courts-circuits: Transformateur dont la température 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.

3.1.9.1 transformateur résistant aux courts-circuits par dispositif incorporé: Transformateur résistant aux courts-circuits qui comporte un dispositif de protection, qui ouvre le circuit d'entrée ou le circuit de sortie ou réduit le courant du circuit d'entrée ou de sortie lorsque le transformateur est en surcharge ou en court-circuit et qui continue à satisfaire à toutes les prescriptions de cette norme après suppression de la surcharge ou du court-circuit et réarmement ou remplacement du dispositif de protection.

NOTES

1 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 Dans le cas de dispositifs ne pouvant être ni remplacés ni réarmés, l'expression: «continue à satisfaire à toutes les règles de cette norme après suppression de la surcharge ou du court-circuit» ne signifie pas nécessairement que le transformateur continue de fonctionner.

3.1.9.2 transformateur résistant aux courts-circuits par construction: Transformateur résistant aux courts-circuits, sans dispositif de protection, dont la température en cas de surcharge ou de court-circuit, par construction, ne dépasse pas les limites spécifiées et continue à fonctionner et à satisfaire à toutes les prescriptions de cette norme, après suppression de la surcharge ou du court-circuit.

3.1.10 transformateur non résistant aux courts-circuits: Transformateur qui est prévu pour être protégé contre une température exagérée au moyen d'un dispositif de protection non fourni avec le transformateur et qui continue à satisfaire à toutes les prescriptions de cette norme après suppression de la surcharge ou du court-circuit et réarmement du dispositif de protection.

3.1.11 transformateur non dangereux en cas de défaillance: Transformateur qui, à la suite d'un usage anormal, ne remplit plus sa fonction de façon permanente en interrompant le **circuit primaire** mais ne présente aucun danger pour l'utilisateur ou l'environnement.

3.1.3 safety isolating transformer: An **isolating transformer** designed to supply **SELV** (safety extra-low voltage) or **PELV** (protective extra-low voltage) circuits.

3.1.4 separating transformer: A transformer with **input winding(s)** separated from the **output winding(s)** by at least **basic insulation**.

3.1.5 flush-type transformer: A transformer designed to be mounted in a flush-type mounting box.

3.1.6 associated transformer: A transformer designed to supply specific appliances or equipment or part of them, and either incorporated in or not incorporated in, but specially designed to be used only with the specific appliance(s) or equipment.

3.1.7 incorporated transformer: An **associated transformer** which is designed to be built into a specific appliance or equipment, the **enclosure** of which provides protection against electric shock.

3.1.8 transformer for specific use: An **associated transformer** which, without being incorporated in an appliance or equipment, is fixed to or delivered with the appliance or equipment.

3.1.9 short-circuit proof transformer: A transformer in which the temperature 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.

3.1.9.1 non-inherently short-circuit proof transformer: 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 and resetting or replacing of the protective device.

NOTES

- 1 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 In case of protection by a device which cannot be replaced nor reset, the wording "continue to meet all requirements of this standard after removal of the overload" does not imply that the transformer continues to operate.

3.1.9.2 inherently short-circuit proof transformer: A **short-circuit proof transformer** not equipped with a device to protect the transformer and in which the temperature in the case of overload or short circuit, by construction, does not exceed the specified limits, and which continues to operate and meet all the requirements of this standard after the removal of the overload or short circuit.

3.1.10 non-short-circuit proof transformer: A transformer which is intended to be protected against excessive temperature by means of a protective device not provided with the transformer, and which continues to meet all the requirements of this standard after the removal of the overload or short circuit and resetting of the protective device.

3.1.11 fail-safe transformer: A transformer which, after abnormal use, permanently fails to function by an interruption of the **input circuit** but presents no danger to the user or surroundings.

3.1.12 transformateur mobile: 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.

NOTE – 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.

3.1.13 transformateur portatif (à main): Transformateur mobile prévu pour être tenu à la main en usage normal.

3.1.14 transformateur installé à poste fixe: Transformateur destiné à être utilisé attaché à un support ou placé dans une situation spécifique.

3.1.15 transformateur fixe: Soit un **transformateur installé à poste fixe**, soit un transformateur ayant une masse supérieure à 18 kg et qui n'est pas équipé d'une ou plusieurs poignées.

3.1.16 transformateur ordinaire: Transformateur sous **enveloppe**, sans protection spéciale contre les objets solides, les poussières et l'humidité, mais satisfaisant à l'essai au doigt d'épreuve normalisé.

3.1.17 transformateur indépendant: Transformateur conçu pour alimenter un appareil d'utilisation non spécifié et qui peut être utilisé sans **enveloppe** supplémentaire. Un tel transformateur procure toute la protection nécessaire en accord avec son marquage.

NOTE – Un tel transformateur peut être **fixe** ou **mobile**.

3.1.18 transformateur sec: Transformateur dont le noyau et les enroulements ne sont pas immergés dans un liquide isolant.

3.1.19 bloc d'alimentation: Appareil qui tire sa puissance du réseau et duquel sont alimentés un ou plusieurs appareils.

NOTE – Les **blocs d'alimentation** peuvent comporter des composants pour la transformation, le redressement, la conversion, l'inversion de fréquence ou une combinaison de ceux-ci.

3.2 Termes généraux

3.2.1 câble souple externe: 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** est une méthode de fixation telle que le câble souple puisse être facilement remplacé;

NOTES

- 1 Le **câble d'alimentation** peut être spécialement préparé et disponible seulement chez le constructeur ou son représentant.
- 2 Un **câble d'alimentation** spécialement préparé peut également comporter une partie du transformateur.
- 3 La **fixation du type X** recouvre les deux types X et M selon la CEI 742 et la CEI 989.

- une **fixation du type Y** est une méthode de fixation telle que tout remplacement est destiné à être fait par le constructeur, son représentant ou une personne qualifiée;

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

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

3.1.12 **portable transformer**: 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.

NOTE – 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.

3.1.13 **hand-held transformer**: A **portable transformer** intended to be held in the hand during normal use.

3.1.14 **fixed transformer**: A transformer which is intended to be used while fastened to a support or otherwise secured in a specific situation.

3.1.15 **stationary transformer**: Either a **fixed transformer** or a transformer having a mass exceeding 18 kg and not provided with one or more carrying handle(s).

3.1.16 **ordinary transformer**: An enclosed transformer without special protection against dust and moisture, but complying with verification by the standard test finger.

3.1.17 **independent transformer**: A transformer designed to supply unspecified appliances and which can be used without any additional **enclosure**. Such a transformer provides all necessary protection according to its marking.

NOTE – Such transformer can be either of the **portable** or **stationary** type.

3.1.18 **dry-type transformer**: A transformer of which the core and windings are not immersed in an insulating liquid.

3.1.19 **power supply unit**: An apparatus which takes power from the mains and from which one or more other apparatuses are fed.

NOTE – **Power supply units** may incorporate components for transforming, rectifying, converting, frequency inverting or combination thereof.

3.2 General terms

3.2.1 **external flexible cable or cord**: A **flexible cable or cord** for external connection to the **input** or **output circuit**, fixed to or assembled with the transformer according to one of the following methods of attachment:

- **type X attachment**, a method of attachment so that the **flexible cable or cord** can be replaced easily;

NOTES

- 1 The supply cord may be especially prepared and only available from the manufacturer or his service agent.
- 2 A specially prepared cord may also include a part of the transformer.
- 3 The **type X attachment** includes both types X and M according to IEC 742 and IEC 989.

- **type Y attachment**, a method of attachment so that any replacement is intended to be made by the manufacturer, his service agent, or similar qualified person;

NOTE – **Type Y attachments** may be used either with ordinary flexible cables or cords, or with special cables or cords.

- **type Z attachment**, a method of attachment so that the **flexible cable or cord** cannot be replaced without breaking or destroying a part of the transformer.

3.2.2 câble d'alimentation: **Câble souple externe** utilisé sur le côté primaire pour le raccordement à l'alimentation.

NOTE – Les **câbles d'alimentation** sont:

- soit fixés au ou assemblés sur le transformateur par des fixations type X, Y ou Z;
- soit raccordés au transformateur par un connecteur.

3.2.3 fils de connexion: Fin d'un enroulement connectant l'enroulement à une borne.

NOTE – Les **fils de connexion** sont considérés comme des câblages internes.

3.2.4 masse: Terme 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.

3.2.5 partie accessible: Terme 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.

3.2.6 partie amovible: Partie qui peut être enlevée sans l'aide d'un **outil**.

3.2.7 partie fixée à demeure: Partie qui ne peut être enlevée qu'avec l'aide d'un **outil**.

3.2.8 outil: Tournevis, pièce de monnaie ou tout autre objet pouvant être employé pour manoeuvrer une vis ou un dispositif de fixation similaire.

3.2.9 enveloppe: Élément assurant la protection du transformateur contre certaines influences externes et, dans toutes les directions, contre les contacts directs (voir 3.1 de la CEI 529).

NOTE – Les exemples d'influences externes sont les chocs mécaniques, la corrosion, les moisissures, les vermines, les radiations solaires, le gel et l'humidité.

3.3 Manoeuvres et protections

3.3.1 coupure omnipolaire des pôles: Déconnexion de tous les conducteurs d'alimentation par une seule manoeuvre.

NOTES

- 1 Un conducteur de protection n'est pas considéré comme un conducteur d'alimentation.
- 2 Le conducteur neutre est considéré comme un conducteur d'alimentation.
- 3 Les règles d'installation nationales peuvent exiger ou non la déconnexion du conducteur neutre.

3.3.2 coupe-circuit thermique: 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 la réduction du courant et qui est construit de façon que son réglage ne puisse pas être modifié par l'utilisateur.

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

3.3.4 coupe-circuit thermique sans réenclenchement automatique: **Coupe-circuit thermique** qui nécessite une manoeuvre à la main ou le remplacement d'un élément pour rétablir le courant.

3.3.5 protecteur thermique: **Coupe-circuit thermique** qui fonctionne une fois seulement et qui nécessite un remplacement partiel ou complet.

3.2.2 power supply cord: An **external flexible cable or cord** used on the input side for supply purposes.

NOTE – **Power supply** cords are:

- fixed to or assembled with the transformer by **X, Y or Z attachment**, or
- **connected to the transformer by an appliance coupler**.

3.2.3 connecting leads: The end of a winding connecting the winding to a terminal.

NOTE – **Connecting leads** are considered as an internal wire.

3.2.4 body: This term 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.

3.2.5 accessible part: This term 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.

3.2.6 detachable part: A part which can be removed without the aid of a **tool**.

3.2.7 non-detachable part: A part which can be removed only with the aid of a **tool**.

3.2.8 tool: A screwdriver, a coin, or any other object which may be used to operate a screw or similar fixing means.

3.2.9 enclosure: A part providing protection of the transformer against certain external influences and, in any direction, protection against direct contacts (see 3.1 of IEC 529).

NOTE – Examples of external influences are mechanical impacts, corrosion, fungus, vermin, solar radiation, icing and moisture.

3.3 Operations and protections

3.3.1 all pole disconnection: Disconnection of all supply conductors by a single switching action.

NOTES

- 1 A protective conductor is not considered to be a supply conductor.
- 2 A neutral conductor is considered to be a supply conductor.
- 3 National wiring rules may or may not require the disconnection of the neutral conductor.

3.3.2 thermal cut-out: 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.

3.3.3 self-resetting thermal cut-out: 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.

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

3.3.5 thermal-link: **Thermal cut-out** which operates only once and then requires partial or complete replacement.

3.3.6 relais à maximum de courant: Interrupteur fonctionnant selon le courant et protégeant un circuit contre les surcharges par déclenchement, lorsque le courant dans ce circuit atteint une valeur prédéterminée et qui reste en position ouverte.

3.3.7 tension locale: Valeur efficace la plus élevée d'une tension alternative ou continue qui peut se produire (localement) à travers n'importe quel système d'isolation à la tension assignée d'alimentation, l'angle de phase et les surtensions transitoires étant négligés, sans charge ou dans les conditions normales de fonctionnement.

NOTES

1 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 n'importe lequel de ces enroulements.

2 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 appareil d'utilisation.

3.3.8 tension de court-circuit: 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**.

NOTE – La **tension de court-circuit** est généralement exprimée en pourcentage de la **tension primaire assignée**.

3.3.9 service permanent: Fonctionnement pendant une durée illimitée.

3.3.10 service temporaire: 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.

3.3.11 service intermittent: Fonctionnement suivant une série de cycles identiques spécifiés.

3.4 Circuits et enroulements

3.4.1 circuit primaire: Circuit destiné à être raccordé à l'alimentation.

3.4.2 circuit secondaire: Circuit auquel le circuit d'utilisation, un appareil ou autre équipement sont raccordés.

3.4.3 enroulement primaire: Enroulement du **circuit primaire**.

3.4.4 enroulement secondaire: Enroulement du **circuit secondaire**.

3.5 Valeurs assignées

3.5.1 tension primaire assignée: 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.

3.5.2 plage de tensions primaires assignées: Plage de tensions primaires attribuée au transformateur par le constructeur et exprimée par ses limites inférieure et supérieure.

3.5.3 fréquence assignée: Fréquence attribuée au transformateur par le constructeur pour les conditions spécifiées de fonctionnement du transformateur.

3.3.6 overload release: A current-operated switch which protects a circuit from overload by opening when the current in that circuit reaches a predetermined value and which remains in the open position.

3.3.7 working voltage: The highest r.m.s. value of the a.c. or d.c. voltage which may occur (locally) across any insulation at rated supply volts, transients being disregarded, in no-load conditions or under normal operating conditions.

NOTES

1 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.

2 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.

3.3.8 short-circuit voltage: The voltage to be applied to the **input winding**, when the windings are at ambient temperature, to produce in the short-circuited **output winding** a current equal to the **rated output current**.

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

3.3.9 continuous operation: Operation for an unlimited period.

3.3.10 short-time operation: 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 ambient temperature.

3.3.11 intermittent operation: Operation in a series of specified identical cycles.

3.4 Circuits and windings

3.4.1 input circuit: The circuit intended to be connected to the supply.

3.4.2 output circuit: A circuit to which the distribution circuit, appliance or other equipment is to be connected.

3.4.3 input winding: A winding of the **input circuit**.

3.4.4 output winding: A winding of the **output circuit**.

3.5 Ratings

3.5.1 rated supply voltage: The supply voltage (for polyphase supply, the phase-to-phase voltage) assigned to the transformer by the manufacturer for the specified operating conditions of the transformer.

3.5.2 rated supply voltage range: The supply voltage range assigned to the transformer by the manufacturer, expressed by its lower and upper limits.

3.5.3 rated frequency: The frequency assigned to the transformer by the manufacturer for the specified operating conditions of the transformer.

3.5.4 courant secondaire assigné: 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.

3.5.5 tension secondaire assignée: 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**, attribué au transformateur par le constructeur pour les conditions spécifiées de fonctionnement du transformateur.

3.5.6 facteur de puissance assigné: Facteur de puissance attribué par le constructeur au transformateur pour les conditions spécifiées de fonctionnement du transformateur.

3.5.7 puissance assignée: 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.

3.5.8 température ambiante assignée t_a : Température maximale à laquelle le transformateur peut fonctionner de façon continue dans les conditions normales d'utilisation.

NOTE – La valeur de la **température ambiante assignée (t_a)** n'exclut pas le fonctionnement temporaire du transformateur à une température n'excédant pas $(t_a + 10) ^\circ\text{C}$.

3.6 Valeurs à vide

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

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

3.7 Isolation

3.7.1 isolation principale: Isolation des **parties actives dangereuses**, destinée à assurer la protection principale contre les chocs électriques (voir 2.1 de la CEI 536).

NOTE – L'**isolation principale** ne s'étend pas nécessairement à l'isolation exclusivement utilisée à des fins fonctionnelles par exemple fils émaillés.

3.7.2 isolation supplémentaire: 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** (voir 2.2 de la CEI 536).

3.7.3 double isolation: Isolation comprenant à la fois une **isolation principale** et une **isolation supplémentaire** (voir 2.3 de la CEI 536).

3.7.4 isolation renforcée: Système d'isolation unique des **parties actives dangereuses** assurant un degré de protection contre les chocs électriques équivalent à une **double isolation** (voir 2.4 de la CEI 536).

NOTE – L'expression «système d'isolation» ne sous-entend pas que l'isolation se compose d'une pièce homogène. Le système peut comporter plusieurs couches qui ne peuvent pas être essayées séparément comme **isolation supplémentaire** ou **principale**.

3.5.4 rated output current: The output current at **rated supply voltage** and **rated frequency**, assigned to the transformer by the manufacturer for the specified operating conditions of the transformer.

3.5.5 rated output voltage: 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 conditions of the transformer.

3.5.6 rated power factor: The power factor assigned to the transformer by the manufacturer for the specified operating conditions of the transformer.

3.5.7 rated output: 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 maximum sum of the products of **rated output voltage** and **rated output current** for such circuits that may be loaded simultaneously.

3.5.8 rated ambient temperature t_a : The maximum temperature at which the transformer may be operated continuously under normal conditions of use.

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

3.6 No-load values

3.6.1 no-load input: The input of the transformer when connected to **rated supply voltage** at **rated frequency**, with no load on the output.

3.6.2 no-load output voltage: The output voltage when the transformer is connected to **rated supply voltage** at **rated frequency**, with no load on the output.

3.7 Insulation

3.7.1 basic insulation: The insulation applied to **hazardous live parts** to provide basic protection against electric shock (see 2.1 of IEC 536).

NOTE – **Basic insulation** does not necessarily include insulation used exclusively for functional purposes, for example wire enamel.

3.7.2 supplementary insulation: 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** (see 2.2 of IEC 536).

3.7.3 double insulation: Insulation comprising both **basic insulation** and **supplementary insulation** (see 2.3 of IEC 536).

3.7.4 reinforced insulation: A single insulation system applied to **hazardous live parts**, which provides a degree of protection against electric shock equivalent to **double insulation** (see 2.4 of IEC 536).

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

3.7.5 transformateur de classe I: 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**.

NOTE – Les transformateurs de classe I peuvent avoir des parties à **double isolation** ou à **isolation renforcée**.

3.7.6 transformateur de classe II: 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.

NOTES

1 Un **transformateur de 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**.

2 Dans certains cas, il peut être nécessaire de faire la distinction entre les **transformateurs de classe II** «totalement isolés» et «sous **enveloppe** métallique».

3 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 dangereuses** par une isolation au moins équivalente à l'**isolation renforcée**, est appelé **transformateur de classe II** totalement isolé.

4 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 classe II** sous **enveloppe** métallique.

5 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.

3.7.7 transformateur de classe III: 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**.

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

3.7.8 distance d'isolement: Distance la plus courte dans l'air entre deux parties conductrices (voir 1.3.2 de la CEI 664-1).

NOTE – Dans le but de déterminer une **distance d'isolement** entre **parties accessibles**, la surface accessible d'une **enveloppe** isolante est 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 2).

3.7.9 ligne de fuite: Distance la plus courte (dans l'air) le long de la surface d'une matière isolante entre deux parties conductrices (voir 1.3.3 de la CEI 664-1).

NOTE – Dans le but de déterminer une **ligne de fuite** entre **parties accessibles**, la surface accessible d'une **enveloppe** isolante est 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 2).

3.7.10 pollution: 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 de l'isolation (voir 1.3.11 de la CEI 664-1).

3.7.11 micro-environnement: Ensemble des conditions ambiantes à proximité immédiate des **distances d'isolement** ou des **lignes de fuite** (voir 1.3.12.2 de la CEI 664-1).

NOTE – 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 les conditions climatiques, les influences électromagnétiques, la génération de **pollution**, etc.

3.7.5 class I transformer: 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, so that accessible conductive parts cannot become live in the event of a failure of the **basic insulation**.

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

3.7.6 class II transformer: 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.

NOTES

1 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**.

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

3 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 **hazardous live parts** by insulation at least equivalent to **reinforced insulation**, is called an all insulated **class II transformer**.

4 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**.

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

3.7.7 class III transformer: A transformer in which protection against electric shock relies on supply at **SELV**, and in which voltages higher than those of **SELV** are not generated.

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

3.7.8 clearance: The shortest distance in air between two conductive parts (see 1.3.2 of IEC 664-1).

NOTE – For the purpose of determining a **clearance** to **accessible parts**, the accessible surface of an insulating **enclosure** is to be considered conductive as if it were covered by a metal foil wherever it can be touched by the standard test finger (see figure 2).

3.7.9 creepage distance: The shortest distance (through air) along the surface of an insulating material between two conductive parts (see 1.3.3 of IEC 664-1).

NOTE – For the purpose of determining a **creepage distance** to **accessible parts**, the accessible surface of an insulating **enclosure** is to be considered conductive as if it were covered by a metal foil wherever it can be touched by the standard test finger (see figure 2).

3.7.10 pollution: Any addition of foreign matter, solid, liquid, or gaseous, that can result in a reduction of dielectric strength or surface resistivity of the insulation (see 1.3.11 of IEC 664-1).

3.7.11 micro-environment: The immediate environment of the insulation, which particularly influences the dimensioning of the **creepage distances** or **clearances** (see 1.3.12.2 of IEC 664-1).

NOTE – 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 and electromagnetic factors and generation of **pollution**, etc.

3.7.12 Degrés de pollution (voir 2.5.1 de la CEI 664-1)

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**.

3.7.12.1 **degré de pollution 1 (P1)**: Pas de **pollution** ou présence seulement d'une **pollution** sèche non conductrice. La **pollution** n'a pas d'influence.

3.7.12.2 **degré de pollution 2 (P2)**: Uniquement présence d'une **pollution** non conductrice. On doit cependant s'attendre de temps en temps à une conductivité temporaire provoquée par la condensation.

NOTE – Les transformateurs ayant une **enveloppe** raisonnablement étanche sont considérés comme ayant le **degré de pollution 2 (P2)**, un scellement hermétique n'étant pas requis.

3.7.12.3 **degré de pollution 3 (P3)**: Présence d'une **pollution** conductrice ou d'une **pollution** sèche non conductrice, qui devient conductrice par suite de la condensation attendue.

3.7.13 **séparation de protection**: Séparation entre circuits réalisée au moyen d'une protection principale et d'une protection supplémentaire (**isolation principale** plus **isolation supplémentaire** ou **écran de protection**) ou par un dispositif de protection équivalent (par exemple **isolation renforcée**) (voir 2.9 de la CEI 536-2).

3.7.14 **écran de protection**: Séparation des **parties actives dangereuses** au moyen d'un écran conducteur interposé, relié aux dispositifs de connexion des conducteurs de protection extérieurs (voir 2.8 de la CEI 536-2).

3.7.15 **TBT** (très basse tension): Tension ne dépassant pas la limite supérieure de tension de la bande 1 (voir CEI 449).

3.7.16 **TBTS**: Tension n'excédant pas 50 V en courant alternatif ou 120 V en courant continu lissé entre conducteurs ou entre un conducteur quelconque et la terre dans un circuit dont la séparation du réseau d'alimentation est assurée par des moyens tels qu'un **transformateur de sécurité**.

NOTES

1 Une tension maximale inférieure à 50 V en courant alternatif ou 120 V en courant continu lissé peut être spécifiée dans des règles particulières, plus spécialement lorsque le contact direct avec des **parties actives** est possible.

2 Lorsque la source est un **transformateur de sécurité**, il convient que la limite de tension ne soit pas dépassée à toute charge comprise entre la pleine charge et à vide.

3 «Lissé» est conventionnellement la valeur efficace d'une tension efficace ayant un taux d'ondulation ne dépassant pas 10 % de la composante continue et dont la valeur crête maximale ne dépasse pas 140 V pour une tension nominale de 120 V d'un système en courant continu lissé et 70 V pour une tension nominale de 60 V d'un système en courant continu lissé.

3.7.17 **circuit TBTS**: Circuit **TBT** avec une **séparation de protection** par rapport aux autres circuits et dont le circuit et les **masses** ne sont pas raccordés à la terre.

3.7.18 **circuit TBTP**: Circuit **TBT** avec une **séparation de protection** par rapport aux autres circuits et dont, pour des raisons fonctionnelles, le circuit et/ou les **masses** peuvent être raccordés à la terre.

NOTE – Les circuits **TBTP** sont utilisés lorsque les circuits sont connectés à la terre et que la **TBTS** n'est pas exigée.

3.7.19 **circuit TBTF**: Circuit **TBT** ayant une très basse tension pour des raisons fonctionnelles et qui ne respecte pas les exigences pour la **TBTS** ou la **TBTP**.

3.7.12 Degrees of pollution (see 2.5.1 of IEC 664-1)

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

3.7.12.1 pollution degree 1 (P1): No **pollution** or only dry, non-conductive **pollution** occurs. The **pollution** has no influence.

3.7.12.2 pollution degree 2 (P2): Only nonconductive **pollution** occurs, except that occasionally a temporary conductivity caused by condensation is to be expected.

NOTE – Transformers having a reasonably tight **enclosure** are considered to have **pollution degree 2 (P2)**, hermetic sealing is not required.

3.7.12.3 pollution degree 3 (P3): Conductive **pollution** occurs, or dry nonconductive **pollution** occurs which becomes conductive due to the condensation which is to be expected.

3.7.13 protective separation: Separation between circuits by means of basic and supplementary protection (**basic insulation** plus **supplementary insulation** or **protective screening**) or by an equivalent protective provision (for example **reinforced insulation**) (see 2.9 of IEC 536-2).

3.7.14 protective screening: Separation from **hazardous live parts** by means of an interposed conductive screen, connected to the means of connection for an external protective conductor (see 2.8 of IEC 536-2).

3.7.15 ELV (extra-low voltage): A voltage not exceeding the upper limit of voltage band 1 (see IEC 449).

3.7.16 SELV: A voltage which does not exceed 50 V a.c. or 120 V ripple free d.c. between conductors, or between any conductor and earth, in a circuit which is isolated from the supply mains by such means as a **safety isolating transformer**.

NOTES

- 1 Maximum voltage lower than 50 V a.c. or 120 V ripple free d.c. may be specified in particular requirements, especially when direct contact with **live parts** is allowed.
- 2 The voltage limit should not be exceeded at any load between full load and no-load when the source is a **safety isolating transformer**.
- 3 "Ripple-free" is conventionally an r.m.s. ripple voltage not more than 10 % of the d.c. component; the maximum peak value does not exceed 140 V for a nominal 120 V ripple-free d.c. system and 70 V for a nominal 60 V ripple-free d.c. system.

3.7.17 SELV-circuit: An **ELV** circuit with **protective separation** from other circuits, and which has no provisions for earthing of the circuit nor of the exposed conductive parts

3.7.18 PELV-circuit: An **ELV** circuit with **protective separation** from other circuits and which, for functional reasons, may be earthed and/or the exposed conductive parts of which may be earthed.

NOTE – **PELV-circuits** are used where the circuits are earthed and **SELV** is not required.

3.7.19 FELV-circuit: An **ELV** circuit having the **ELV** voltage for functional reasons and not fulfilling the requirements for **SELV** or **PELV**.

3.7.20 **partie active:** Partie qui peut transporter du courant.

3.7.21 **partie active dangereuse:** **Partie active** qui, dans certaines conditions d'influence externe, peut provoquer un choc électrique (voir 4.3 de la CEI 1140).

4 Prescriptions générales

4.1 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 puisse 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.

4.2 Un transformateur doit être conforme à une partie 2. Si toutefois il n'existe pas de partie 2 appropriée pour un transformateur ou un groupe de transformateurs particulier, la partie 2 applicable la plus proche peut servir de guide pour les prescriptions et les essais. Lorsque la conception d'un transformateur est telle que deux parties 2 ou plus sont applicables, le transformateur doit satisfaire aux deux ou à toutes les parties 2 appropriées.

5 Généralités sur les essais

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

NOTE – Des recommandations pour les essais individuels en cours de fabrication sont données à l'annexe L.

Chaque échantillon de transformateur doit satisfaire à tous les essais correspondants. Dans le but de réduire le temps d'essai et de permettre les essais qui peuvent être destructifs, le constructeur peut soumettre des transformateurs ou des parties de transformateurs supplémentaires, à la condition qu'ils soient des mêmes matériaux et de la même conception que le transformateur original et que les résultats d'essais soient les mêmes que s'ils avaient été effectués sur un transformateur identique. Lorsque l'essai de conformité est indiqué comme étant «par examen» cela doit comprendre toute manutention nécessaire.

Les transformateurs destinés à être utilisés avec des câbles souples fixés à demeure sont essayés avec le câble souple raccordé au transformateur.

5.2 Les essais sont effectués sur des spécimens en l'état de livraison et installés comme en usage normal selon les instructions du constructeur. S'il n'est pas nécessaire d'effectuer les essais de 14.3, 15.5 et 16.4, le nombre de spécimens est de un pour toutes les **puissances assignées**.

Pour les composants essayés dans les conditions existantes dans le transformateur, le nombre de spécimens est celui prescrit par la norme correspondante.

Si les essais de 14.3 doivent être effectués, trois spécimens supplémentaires sont nécessaires. Trois autres spécimens sont nécessaires si ces essais doivent être répétés.

Pour l'essai d'une série de transformateurs, voir l'annexe B.

Tous les spécimens doivent satisfaire à tous les essais correspondants, sauf pour le cas mentionné en 14.3.

Si les essais de 15.5 doivent être effectués, ils sont effectués sur trois spécimens supplémentaires. Ces spécimens ne sont utilisés que pour les essais de 15.5.

NOTES

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

3.7.20 **live part:** A part from which a current can be drawn.

3.7.21 **hazardous live part:** A **live part** which, under certain conditions of external influences, can give an electric shock (see 4.3 of IEC 1140).

4 General requirements

4.1 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.

4.2 A transformer shall comply with a part 2. If, however, an appropriate part 2 for a particular transformer or group of transformers does not exist, the nearest applicable part 2 may be used as a guide to the requirements and tests. Where the design of a transformer is such that two or more parts 2 are applicable, the transformer shall comply with both or all of the appropriate parts 2.

5 General notes on tests

5.1 Tests according to this standard are type tests.

NOTE – Recommendations for routine tests are given in annex L.

Each sample transformer shall comply with all the relevant tests. In order to reduce the testing time and allow for any tests which may be destructive, the manufacturer may submit additional transformers or parts of transformers, provided that they are of the same materials and designs as the original transformer, and that the results of the tests are the same as if carried out on an identical transformer. Where the test for compliance is shown as being "by inspection", this shall include any necessary handling.

Transformers intended to be used with non-detachable flexible cables or cords are tested with the flexible cable or cord connected to the transformer.

5.2 Tests are carried out on specimens as delivered and installed as in normal use taking into account the manufacturer's installation instructions. If it is not necessary to do the tests of 14.3, 15.5 and 16.4, the number of specimens is one for all **rated outputs**.

For components tested under conditions prevailing in the transformer, the number of specimens is that required by the relevant standard.

If the tests of 14.3 have to be made, three additional specimens are needed. A further three specimens are needed if the tests have to be repeated.

For testing a series of transformers, see annex B.

All specimens shall withstand all the relevant tests, except as mentioned in 14.3.

If the tests of 15.5 have to be made, they are carried out on three additional specimens. These specimens are used only for the tests of 15.5.

NOTES

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

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

3 Dans le cas où le dispositif de protection n'est ni interchangeable ni réarmable, la conformité est vérifiée sur un spécimen spécialement préparé.

Si les essais de 16.4 doivent être faits, ils sont effectués sur quatre spécimens supplémentaires.

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

5.4 Si les résultats des essais ne sont pas influencés par la température ambiante, la température de la salle d'essais est, en général, maintenue à $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$. Autrement et 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 $(23 \pm 2) ^\circ\text{C}$ ou $t_a \pm 2 ^\circ\text{C}$ pour les transformateurs marqués t_a .

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.

5.5 Pour le courant alternatif, les tensions d'essai sont pratiquement sinusoïdales et ont une fréquence de 50 Hz ou 60 Hz s'il n'en est pas spécifié autrement.

NOTE – A moins qu'il en soit spécifié autrement dans une partie 2 déterminée, la fréquence de la tension d'essai pour les courants alternatifs de fréquence supérieure à 1 kHz est à l'étude.

5.6 Les transformateurs prévus pour plusieurs **tensions primaires assignées**, pour une **plage de tensions primaires assignées** 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.

5.7 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.

5.8 Sauf spécification contraire, les transformateurs destinés à être utilisés avec un **câble d'alimentation** (voir définition de 3.2.1) sont essayés le **câble d'alimentation** étant relié au transformateur.

5.9 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 dangereuses** 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 aux règles appropriées spécifiées pour les **transformateurs de classe II** dans la présente norme.

5.10 Les **transformateurs pour pose encastrée** sont essayés avec une boîte d'encastrement appropriée en matière isolante. Cette boîte est placée dans une **enveloppe** en contreplaqué d'une épaisseur de 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.

5.11 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 du ou des l'appareils ou équipements pour lesquels ils ont été conçus.

- 2 Additional specimens may also be necessary if other tests require partial destruction of the transformer.
- 3 In case of non-replaceable and non-resettable protective devices the compliance is checked on a specially prepared specimen.

If the tests of 16.4 have to be made they are carried out on four additional specimens.

5.3 Tests are carried out in the order of the clauses and subclauses, unless otherwise specified.

5.4 If the test results are not influenced by the temperature of the ambient air, the ambient temperature is, in general, maintained at $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$. Otherwise and 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 ambient temperature is, in case of doubt, maintained at $(23 \pm 2) ^\circ\text{C}$ or $t_a \pm 2 ^\circ\text{C}$ for transformers with t_a marking.

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.

5.5 For a.c., test voltages are of substantially sine wave form, and, if not otherwise specified, have a frequency of 50 Hz or 60 Hz.

NOTE – Unless otherwise specified in a given part 2, the frequency of test voltage for a.c. with frequency above 1 kHz is under consideration.

5.6 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.

5.7 As far as possible, measurements are made with instruments which do not appreciably affect the values to be measured; if necessary, corrections for their influence are made.

5.8 Unless otherwise specified, transformers intended to be used with **external flexible cable or cords** are tested with a **cord(s)** (see definition 3.2.1) connected to the transformer.

5.9 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 **hazardous 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.

5.10 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.

5.11 **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.

5.12 Les **transformateurs associés** destinés à être utilisés dans un appareil ou équipement doivent satisfaire à la partie 2 correspondante de la présente norme et les conditions dans lesquelles ils sont utilisés dans l'appareil ou l'équipement doivent être conformes à leur marquage. Toutefois, s'ils sont utilisés dans un appareil ou un équipement pour lequel il existe une norme, ils peuvent être essayés dans les conditions qui se présentent dans l'appareil ou l'équipement pour lequel ils ont été conçus.

En conséquence, un transformateur essayé dans les conditions présentes dans l'appareil ou l'équipement pour lequel il est conçu doit satisfaire aux articles et paragraphes suivants ou à leurs parties, tous les autres articles, paragraphes ou leurs parties étant considérés couverts par la norme de produit correspondante:

1 – 2 – 3 – 4 – 5.1 – 5.2 – 5.3 – 5.4 – 5.5 – 5.6 – 5.7 – 5.12 – 7.1 – 7.2 – 7.5 – 7.6 – 8.2 – 8.11 – 14.1 – 14.2, excepté pour le tableau 1, à partir de la ligne «**enveloppes** extérieures...» – 14.3 – 15.1, limité à la première case du tableau 3, – 18.1 – 18.2 – 18.3, excepté les points 3 et 4 du tableau 8, – 18.4 – 19.1 – 19.12 – 20.9 – 26.1 – 26.2 – 26.3 – annexes A, C, D, G, L, M, N, P.

NOTE – L'attention est attirée sur le fait que si la norme de l'appareil ou de l'équipement ne comprend pas d'essais pour la vérification de la protection du transformateur contre les surcharges ou les courts-circuits, les essais correspondants de l'article 15 peuvent devoir être effectués.

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

Pour ces transformateurs, les prescriptions correspondantes des articles 9 et 17 ne sont pas applicables.

5.14 Les transformateurs d'indice IP00 dont l'utilisation est connue sont essayés montés selon les instructions du constructeur.

6 Caractéristiques assignées

Les caractéristiques assignées sont indiquées dans la section correspondante de la partie 2 pour les différents types de transformateurs.

NOTE – 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 (voir ISO 3).

7 Classification

Les transformateurs sont classés:

7.1 D'après leur protection contre les chocs électriques en:

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

NOTE – 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.

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

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

5.12 **Associated transformers** for use in an appliance or equipment shall comply with the relevant part 2 of this standard, and the conditions under which they are used in the appliance or equipment shall be in accordance with their marking. However, if they are used in an appliance or equipment for which a relevant appliance or equipment standard exists, they may be tested under the conditions present in the appliance or equipment for which they are intended.

Consequently, a transformer tested under conditions present in the appliance or equipment for which it is intended has to comply with the following clauses, subclauses or parts thereof, all other clauses, subclauses or parts thereof being considered to be covered by the relevant product standard:

1 - 2 - 3 - 4 - 5.1 - 5.2 - 5.3 - 5.4 - 5.5 - 5.6 - 5.7 - 5.12 - 7.1 - 7.2 - 7.5 - 7.6 - 8.2 - 8.11 - 14.1 - 14.2, except for table 1 all requirements starting with the first: external **enclosures**..., - 14.3 - 15.1, restricted to the first box of table 3, - 18.1 - 18.2 - 18.3, except items 3 and 4 of table 8, - 18.4 - 19.1 - 19.12 - 20.9 - 26.1 - 26.2 - 26.3 - annexes A, C, D, G, L, M, N, P.

NOTE – Attention is drawn to the fact that if the appliance or equipment standard does not include tests for short-circuit or overload protection of the transformer, relevant tests of clause 15 may have to be made.

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

For these transformers, the relevant requirements of clauses 9 and 17 are not applicable.

5.14 **IP00 transformers**, the use of which is known, are tested mounted in accordance with the manufacturer's instructions.

6 Ratings

Ratings are indicated in the relevant part 2 for different types of transformers.

NOTE – 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 (see ISO 3).

7 Classification

Transformers are classified:

7.1 According to their protection against electric shock:

- **class I transformers;**
- **class II transformers;**
- **class III transformers.**

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

7.2 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.**

7.3 D'après le degré de protection procuré par l'**enveloppe** et défini selon la CEI 529 (système IP, pour d'autres informations voir l'annexe Q).

7.4 D'après leur mobilité en:

- **transformateurs fixes;**
- **transformateurs installés à poste fixe;**
- **transformateurs mobiles;**
- **transformateurs portatifs.**

7.5 D'après leur temps de fonctionnement en:

- **service permanent;**
- **service temporaire;**
- **service intermittent.**

7.6 Selon l'usage auquel ils sont destinés:

7.6.1 Associés

- à incorporer;
- pour usage spécifique.

7.6.2 Indépendants

8 Marquage et indications

8.1 Les transformateurs doivent porter les indications suivantes:

- a) la ou les **tensions primaires assignées**, ou la ou les plages de **tensions primaires assignées** en volts;

Les transformateurs ayant une plage de valeurs assignées et qui peuvent fonctionner dans la plage sans réglage doivent être marqués des limites inférieures et supérieures de la plage, séparées par un tiret.

NOTE 1 – Exemple 115 V - 230 V: le transformateur fonctionne pour toute valeur dans la plage marquée.

Les transformateurs ayant différentes valeurs assignées et qui doivent être réglés par l'utilisateur ou l'installateur pour pouvoir être utilisés à une valeur particulière, doivent être marqués des différentes valeurs séparées par un trait oblique.

NOTES

2 Exemple 115 V/230 V: le transformateur est utilisable seulement pour les valeurs marquées (transformateur avec un sélecteur).

3 Cette prescription est également valable pour les transformateurs ayant des dispositions pour les raccorder à une alimentation soit monophasée soit polyphasée.

Exemple 230 V/400 V: le transformateur est utilisable seulement pour les valeurs marquées, 230 V étant valable en fonctionnement monophasé et 400 V en fonctionnement triphasé (transformateur avec des bornes pour les deux modes d'alimentation).

- b) la ou les **tensions secondaires assignées** en volts ou kilovolts.

Pour les transformateurs combinés avec un redresseur, la **tension secondaire assignée** en aval du redresseur doit être indiquée en valeur moyenne arithmétique. Si toutefois cette valeur est indiquée en valeur efficace, cela doit être précisé.

NOTE 4 – La valeur efficace est distinguée de la valeur moyenne arithmétique en utilisant V_{eff} dans le marquage.

7.3 According to the degree of protection ensured by the **enclosure** and defined in accordance with IEC 529 (IP system, for further information see annex Q).

7.4 According to their mobility:

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

7.5 According to their time of operation:

- **continuous operation;**
- **short-time operation;**
- **intermittent operation.**

7.6 According to the intended use:

7.6.1 Associated

- incorporated;
- for specific use.

7.6.2 Independent

8 Marking and other information

8.1 Transformers shall be marked with:

- a) **rated supply voltage(s)** or **rated supply voltage range(s)** in volts;

Transformers having a range of rated values and which can be operated without adjustment throughout the range, shall be marked with the lower and the upper limits of the range separated by a hyphen.

NOTE 1 – Example 115 V-230 V: the transformer is suitable for any value within the marked range

Transformers having different rated values, and which have to be adjusted for use at a particular value by the user or installer, shall be marked with the different values separated by an oblique stroke.

NOTES

2 Example: 115 V - 230 V: the transformer is only suitable for the marked values (a transformer with a selector switch).

3 This requirement is also applicable to transformers with provisions for connection to both single-phase and polyphase supplies.

Example: 230 V/400 V: The transformer is only suitable for the voltage values indicated where 230 V is for single-phase operation and 400 V for three-phase operation (a transformer with terminals for both supplies).

- b) **rated output voltage(s)** in volts or kilovolts;

For transformers incorporating 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.

NOTE 4 – An r.m.s. value is distinguished from an arithmetic mean value by the use of r.m.s. in the marking.

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

NOTE 5 – Pour les transformateurs combinés avec un redresseur, la puissance peut être exprimée en watts au lieu d'être exprimée en voltampères ou en kilovoltampères.

d) le ou les **courants secondaires assignés** en ampères ou milliampères, en remplacement du marquage de la **puissance assignée**;

e) la ou les **fréquences assignées** en hertz;

f) le **facteur de puissance assigné** s'il est différent de l'unité pour les transformateurs au-dessus de 25 VA;

g) le symbole ou l'abréviation de la nature du courant secondaire pour les transformateurs combinés avec un redresseur;

h) le symbole indiquant le type de transformateur tel que précisé dans la partie 2 correspondante;

i) le nom du constructeur ou du vendeur responsable ou la marque de fabrique;

j) le numéro du modèle ou la référence du type;

k) le groupe de couplage correspondant à la CEI 76-1 (pour les transformateurs triphasés si exigé);

l) le symbole de la **classe II**, pour les **transformateurs de classe II** seulement;

m) le symbole de la **classe III**, pour les **transformateurs de classe III** seulement;

n) l'indication de l'indice de protection IP, s'il est différent de IP00 ou autre que les **transformateurs ordinaires**;

o) la **température ambiante assignée** maximale t_a si elle diffère de 25 °C;

NOTE 6 – 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;

p) 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 la partie 2 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 constructeur doit être en mesure de fournir à l'acheteur les informations suivantes (dans la documentation ou autre moyen):

- la **tension de court-circuit**, exprimée en pourcentage de la **tension primaire assignée** et seulement pour les **transformateurs fixes** ayant une **puissance assignée** supérieure à 1000 VA;

- la fonction du point de vue électrique du transformateur.

NOTES

7 Si le transformateur a plus d'un **enroulement secondaire**, la **tension de court-circuit** à marquer est la valeur la plus faible pour les divers enroulements.

8 Des marquages supplémentaires sont autorisés pourvu qu'ils ne conduisent pas à des confusions.

c) **rated output** in volt-amperes or kilovolt-amperes and VAR or kVAR for reactors;

NOTE 5 – For transformers incorporating a rectifier, the output may be expressed in watts, instead of volt-amperes or kilovolt-amperes.

d) **rated output current(s)** in amperes or milliamperes as an alternative to the marking of the **rated output**;

e) **rated frequency(ies)** in hertz;

f) **rated power factor**, if other than unity for transformer above 25 VA;

g) symbol or abbreviation DC for nature of output current for transformers incorporating a rectifier;

h) symbol indicating the kind of transformer as indicated in the relevant part 2;

i) name or trade mark of the manufacturer or responsible vendor;

j) model or type reference;

k) vector group in accordance with IEC 76-1 (for three-phase transformers if required);

l) symbol for **class II** construction, for **class II transformers** only;

m) symbol for **class III** construction, for **class III transformers** only;

n) indication of the protection index IP, if other than IP00 or **ordinary transformers**;

o) rated maximum ambient temperature t_a , if other than 25 °C;

NOTE 6 – It is recommended that the values of t_a are given in steps of 5 °C for $t_a \leq 50$ °C and in steps of 10 °C for $t_a > 50$ °C.

p) 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 part 2.

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):

- for stationary transformers with a rated output exceeding 1000 VA, the short-circuit voltage expressed as a percentage of the rated supply voltage;
- the electrical function of the transformer.

NOTES

7 If the transformer has more than one **output winding**, the **short-circuit voltage** to be marked is the lowest value for the various windings.

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

8.2 Pour les transformateurs à indice de protection IP00 ou pour les **transformateurs associés**, il est admis de marquer seulement le nom du constructeur ou du vendeur responsable (ou la marque de fabrique) et la référence du type (ou du catalogue). Les autres caractéristiques doivent alors figurer sur les feuilles de caractéristiques du transformateur ou dans les instructions du constructeur délivrées avec le transformateur.

NOTE 1 – Dans certains cas, le nom du constructeur ou du vendeur responsable et la référence du type peuvent être remplacés par un numéro de code.

Ces informations doivent être telles que l'on puisse délivrer un transformateur de remplacement qui soit complètement interchangeable avec le transformateur d'origine.

NOTE 2 – Complètement interchangeable signifie électriquement, mécaniquement, dimensionnellement et fonctionnellement.

8.3 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.

8.4 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 ne soit la même pour chaque prise ou enroulement.

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

8.5 Les transformateurs qui sont déclarés résistants aux courts-circuits et qui satisfont aux exigences pour de tels transformateurs doivent être marqués du symbole pour les **transformateurs résistants aux courts-circuits**.

Les **transformateurs résistants aux courts-circuits** par fusibles incorporés et les **transformateurs non résistants aux courts-circuits** conçus pour être protégés par des fusibles doivent porter en outre l'indication du courant assigné en ampères ou milliampères de l'élément de remplacement servant à la protection, suivi ou précédé du symbole de la caractéristique temps-courant des fusibles en conformité avec la norme correspondante, s'il y a lieu.

Les **transformateurs résistants aux courts-circuits** par dispositifs incorporés interchangeables autres que des fusibles et les **transformateurs non résistants aux courts-circuits** conçus pour être protégés par des dispositifs de protection 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.

NOTE – Les **transformateurs résistants aux courts-circuits** par dispositifs incorporés non interchangeables n'ont pas besoin de marquage supplémentaire concernant le dispositif de protection.

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

Dans le cas où des dispositifs de protection interchangeables autres que des fusibles sont utilisés, une feuille d'instructions ou analogue, accompagnant le transformateur, doit donner des informations sur leur installation.

Les transformateurs qui sont déclarés non dangereux en cas de défaillance et qui satisfont aux exigences pour de tels transformateurs doivent être marqués du symbole pour les **transformateurs non dangereux en cas de défaillance**.

8.2 Transformers with protection index IP00, or **associated transformers**, may be marked with only the name (or trade mark) of the manufacturer or responsible vendor and the type reference (or catalogue reference). Other characteristics shall then be given in the data sheets of the transformer or in the manufacturer's instructions delivered with the transformer.

NOTE 1 – The name of the manufacturer or responsible vendor and the type reference may be replaced by a code.

This information shall be such that a replacement transformer can be supplied, which will be fully interchangeable with the original transformer.

NOTE 2 – Fully interchangeable implies electrically, mechanically, dimensionally and functionally.

8.3 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.

8.4 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.

8.5 Transformers which are declared to be **short-circuit proof transformers**, and which comply with the requirements for such transformers, shall be marked with the symbol for **short-circuit proof transformers**.

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

Non-inherently short-circuit proof transformers with incorporated replaceable protective devices other than fuses, and **non-short-circuit proof transformers** designed to be protected with 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.

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

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

In the case where replaceable protective devices other than fuses are used, information about its installation shall be given in an instruction sheet or the like accompanying the transformer.

Transformers which are declared to be **fail-safe transformers**, and which comply with the requirements for such transformers, shall be marked with the symbol for **fail-safe transformer**.

8.6 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 des **enroulements primaires** et **secondaires** doivent être clairement identifiées.

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.

8.7 Les transformateurs doivent être munis de repères montrant clairement la façon dont le transformateur doit être raccordé, à moins que cela soit évident de par la conception du transformateur.

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

- pour les **fixations du type X** comportant un cordon spécialement préparé:
«En cas d'endommagement du **câble souple externe**, celui-ci doit être remplacé par un cordon spécial disponible auprès du constructeur ou de son agent»;
- pour les **fixations du type Y**:
«En cas d'endommagement du **câble souple externe**, celui-ci doit être remplacé par le constructeur ou son agent ou par une personne qualifiée dans le but d'éviter tout danger»;
- pour les **fixations du type Z**:
«Le **câble souple externe** de ce transformateur ne peut pas être remplacé; en cas d'endommagement du cordon, il convient de mettre le transformateur au rebut.»

8.9 Les transformateurs utilisables seulement à l'intérieur doivent être marqués du symbole correspondant.

Comme il n'y a pas de symbole disponible pour l'instant (à l'étude), le constructeur doit inscrire les mots: «pour utilisation à l'intérieur seulement» dans la feuille d'instruction.

8.10 Les **transformateurs classe II** doivent être marqués du symbole graphique 5172 de la CEI 417 placé à côté des informations pour l'alimentation, par exemple sur la plaque signalétique, tel qu'il soit évident que le symbole fait partie de l'information technique et qu'il ne puisse en aucun cas être confondu avec le nom du constructeur ou une autre identification (voir 5.2.2.3 de la CEI 536-2).

8.6 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.

8.7 Transformers shall be provided with markings clearly indicating the manner in which the transformer is to be connected, unless it is evident from the design of the transformer.

8.8 For transformers with type **X**, **Y** and **Z attachments**, the instruction sheet shall contain the substance of the following information:

- for **type X attachments** having a specially prepared cord:

"If the **external flexible cable or cord** of this transformer is damaged, it shall be replaced by a special cord or assembly available from the manufacturer or his service agent";

- for **type Y attachments**:

"If the **external flexible cable or cord** of this transformer is damaged, it shall be replaced by the manufacturer or his service agent or a similar qualified person in order to avoid a hazard";

- for **type Z attachments**:

"The **external flexible cable or cord** of this transformer cannot be replaced; if the cord is damaged, the transformer should be scrapped".

8.9 Transformers for indoor use only shall be marked with the relevant symbol.

As there is no symbol available for the time being (under consideration) the manufacturer shall put in the instruction sheet the wording: "for indoor use only".

8.10 **class II transformers** shall be marked with the graphical symbol 5172 of IEC 417 placed adjacent to the supply information, for example on the rating plate, so that it is obvious that the symbol is part of the technical information, and it can in no way be confused with the manufacturer's name or any other identification (see 5.2.2.3 of IEC 536-2).

8.11 Lorsqu'il est fait usage de symboles sur l'équipement ou dans les instructions, on doit utiliser:

Symbole	Explication	CEI 417
V*	Volts	
A*	Ampères	
VA ou VAR*	Voltampères (ou voltampères réactifs pour les bobines d'inductance)	
W*	Watts	
Hz*	Hertz	
PRI	Primaire	
SEC	Secondaire	
— — —	Courant continu	5031
N	Neutre	
~	Monophasé courant alternatif	5032
3~	Triphasé courant alternatif	
3/N~	Triphasé courant alternatif avec neutre	
cos φ	Facteur de puissance	
	Construction en classe II	5172
	Construction en classe III	5180
	Coupe-circuit à fusibles (en ajoutant le symbole de la caractéristique temps-courant)	5016
t_a	Température ambiante assignée maximale	
	Borne reliée au châssis ou au noyau	5020
	Terre de protection	5019
IPXX	Code IP**	
A l'étude	Pour utilisation à l'intérieur seulement	
* Les multiples ou sous-multiples sont autorisés. ** Le X utilisé dans le code IP dans ce tableau indique un nombre manquant dans l'exemple, mais les deux nombres appropriés doivent être marqués sur le transformateur, si applicable. Des lettres additionnelles et supplémentaires mentionnées dans la CEI 529 peuvent être utilisées si nécessaire.		

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

8.11 When symbols are used on equipment or in instructions, they shall be as follows:

Symbol	Explanation	IEC 417
V*	Volts	
A*	Amperes	
VA or (VAR)*	Volt amperes (or volt-amperes reactive for reactors)	
W*	Watts	
Hz*	Hertz	
PRI	Input	
SEC	Output	
— — —	Direct current	5031
N	Neutral	
~	Single-phase a.c.	5032
3~	Three-phase a.c.	
3/N~	Three-phase + neutral a.c.	
cos φ	Power factor	
	Class II construction	5172
	Class III construction	5180
	Fuse-link (add symbol for time-current characteristics)	5016
t_a	Rated maximum ambient temperature	
	Frame or core terminal	5020
	Protective earth (ground)	5019
IPXX	IP number**	
under consideration	For indoor use only	
* Multiple or submultiples are allowed. ** The X used in the IP number in this scheme indicates a missing numeral in the example, but both of the appropriate numerals shall be marked on the transformer, if applicable. Additional and supplementary letters mentioned in IEC 529 may be used if necessary.		

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

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.

8.13 Le marquage ne doit pas être placé 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.

Le marquage relatif aux bornes doit être placé de façon qu'on puisse le distinguer facilement après enlèvement du capot, si nécessaire; il doit être tel qu'il ne puisse pas y avoir confusion entre les bornes primaires et les bornes secondaires.

Le marquage relatif aux dispositifs de protection interchangeables doit être placé 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.

La vérification de la conformité aux prescriptions de 8.1 à 8.13 est effectuée par examen.

8.14 S'il est nécessaire de prendre des précautions particulières pour l'installation en vue de l'utilisation, les détails de celles-ci doivent être fournis.

8.15 Le marquage doit être durable et facilement lisible.

La conformité est vérifiée par examen et en frottant le marquage à la main pendant 15 s avec un chiffon de coton imbibé d'eau et de nouveau pendant 15 s avec un chiffon de coton imbibé d'essence.

L'essence à utiliser pour cet essai se compose d'hexane aliphatique 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.

Le marquage fait par moulage, pression ou gravure n'est pas soumis à cet essai.

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

9 Protection contre l'accessibilité aux parties actives dangereuses

Les transformateurs doivent être construits et enfermés de façon qu'il y ait une protection appropriée contre les contacts accidentels avec les **parties actives dangereuses**.

La conformité est vérifiée par les essais de 9.1 et 9.2.

9.1 *Afin de vérifier qu'une **partie active** n'est pas dangereuse, les mesures suivantes sont exécutées entre deux parties ou contacts quelconques, puis entre n'importe quelle partie ou contact et l'un ou l'autre pôle de la source d'alimentation utilisée pendant l'essai. De plus, la décharge doit être mesurée entre les broches du dispositif de connexion du transformateur, s'il y a lieu, et/ou entre les conducteurs secondaires où ils sont accessibles 5 s après l'interruption de l'alimentation.*

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.

8.13 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.

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

Compliance with the requirements of 8.1 to 8.13 is checked by inspection.

8.14 If it is necessary to take special precautions for installation or use, details of these shall be supplied.

8.15 Marking shall be durable and easily legible.

Compliance is checked by inspection and by rubbing the marking by hand for 15 s with a piece of cotton cloth soaked with water and again for 15 s with a piece of cotton cloth soaked with petroleum spirit.

The petroleum spirit to be used for the test is aliphatic solvent hexane with a contents of aromatics of maximum 0,1 % volume, a kauributanol value of 29, initial boiling point approximately 65 °C, dry point approximately 69 °C and specific gravity of 0,68 g/cm³.

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

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

9 Protection against accessibility to hazardous live parts

Transformers shall be constructed and enclosed so that there is adequate protection against accidental contact with **hazardous live parts**.

Compliance is checked by the tests of 9.1 and 9.2.

9.1 In order to verify that a **live part** is not **hazardous live**, the following measurements are carried out between any two parts or contacts, then between any part or contact and either pole of the supply source used during the test. In addition, discharge shall be measured between pins of the connecting device of the transformer, if any, and/or between the secondary conductors where they are accessible 5 s after the interruption of the supply.

La **partie active** n'est pas **dangereuse** lorsqu'elle est séparée de l'alimentation par une isolation double ou renforcée ou qu'elle est conforme à 19.8 si:

- a) la tension n'excède pas 35 V (crête) courant alternatif ou 60 V courant continu lissé,
- b) le courant de contact mesuré avec le circuit de mesure selon l'annexe J, exprimé par les tensions U_1 et U_2 , ne dépasse pas les valeurs suivantes:
 - pour le courant alternatif: $U_1 = 35$ V (crête) et $U_2 = 0,35$ V (crête);
 - pour le courant continu: $U_1 = 1,0$ V.

NOTE 1 – Les valeurs limites de $U_2 = 0,35$ V (crête) pour le courant alternatif et $U_1 = 1,0$ V pour le courant continu correspondent aux valeurs 0,7 mA (crête) pour le courant alternatif et 2,0 mA pour le courant continu. La valeur limite $U_1 = 35$ V (crête) pour le courant alternatif correspond à la valeur 70 mA (crête) pour les fréquences plus élevées.

et de plus lorsque b) s'applique:

- c) la décharge ne dépasse pas 50 μ C pour les tensions emmagasinées entre 60 V et 15 kV,
- d) l'énergie de décharge ne dépasse pas 350 mJ pour les tensions emmagasinées dépassant 15 kV.

La mesure avec le circuit de mesure pour le courant de contact doit être exécutée conformément à l'annexe J.

NOTES

- 2 Il est recommandé que pour les appareils prévus pour être utilisés dans des climats tropicaux, les valeurs données en a) et b) ci-dessus soient réduites de moitié.
- 3 Pour éviter un courant de contact inutilement élevé quand plusieurs appareils sont interconnectés, il est recommandé que les valeurs individuelles des courants de contact ne soient pas plus hautes que ce qui est nécessaire pour des raisons fonctionnelles.

9.2 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 dangereuses** et, pour les **transformateurs de classe II**, avec des parties métalliques séparées des **parties actives dangereuses** 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 dangereuses**.

NOTE 1 – Les résines durcissant à l'air ne sont pas considérées comme étant de la matière de remplissage.

Les axes, poignées, leviers de manoeuvre, boutons et organes analogues ne doivent pas être des **actifs dangereux**.

La conformité est vérifiée par examen et par les essais de la CEI 529. Pour les **transformateurs ordinaires**, l'essai est fait avec le doigt d'épreuve représenté à la figure 2 seulement.

De plus, les ouvertures dans les **transformateurs de classe II** et les ouvertures dans les **transformateurs de classe I** autres que celles dans des parties métalliques reliées à une borne de terre sont essayées au moyen de la broche d'essai représentée à la figure 3.

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

The **live part** is not **hazardous live** if where separated from the supply by double or reinforced insulation or in conformity with 19.8:

- a) the voltage does not exceed 35 V (peak) a.c. or 60 V ripple free d.c., or
- b) the touch-current measured with the measuring network according to annex J, expressed as voltages U_1 and U_2 , does not exceed the following values:
 - for a.c.: $U_1 = 35$ V (peak) and $U_2 = 0,35$ V (peak),
 - for d.c.: $U_1 = 1,0$ V,

NOTE 1 – The limit values of $U_2 = 0,35$ V (peak) for a.c. and $U_1 = 1,0$ V for d.c. corresponds to the values 0,7 mA (peak) a.c. and 2,0 mA d.c.

The limit value $U_1 = 35$ V (peak) for a.c. corresponds to the value 70 mA (peak) a.c. for higher frequencies.

and in addition, when b) is applicable:

- c) the discharge does not exceed 50 μ C for stored voltages between 60 V and 15 kV, or
- d) the energy of discharge does not exceed 350 mJ for stored voltages exceeding 15 kV.

The measurement with the measuring network for the touch-current shall be carried out in accordance with annex J.

NOTES

- 2 It is recommended that for apparatus intended to be used in tropical climates, the values given in a) and b) above be halved.
- 3 To avoid unnecessarily high touch-current when several appliances are interconnected, it is recommended that the individual touch-current values are not higher than needed for functional reasons.

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

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

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

NOTE 1 – Self-hardening resins are not regarded as sealing compound.

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

Compliance is checked by inspection and by the relevant tests of IEC 529. For **ordinary transformers**, the test is made with the standard test finger shown in figure 2 only.

In addition, apertures in **class II transformers** and apertures in **class I transformers** other than those in metal parts connected to an earthing terminal are tested with the test pin shown in figure 3.

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

Le doigt d'épreuve de la figure 2 est appliqué sans force appréciable, le transformateur étant incliné dans toutes les directions possibles, à l'exception des transformateurs utilisés normalement posés sur le sol et ayant une masse supérieure à 40 kg qui ne sont pas inclinés. Le doigt d'épreuve est appliqué aux ouvertures sur toute la profondeur qu'il permet, il est tourné ou plié à angle avant, pendant et après insertion dans toute position. Si l'ouverture ne permet pas l'entrée du doigt d'épreuve, la force est augmentée jusqu'à 20 N, le doigt étant en position rectiligne. Si alors le doigt d'épreuve pénètre dans l'ouverture, l'essai est répété avec le doigt d'épreuve plié à angle.

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

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

NOTES

- 2 Cette prescription ne s'applique pas aux douilles et aux prises de courant.
- 3 En cas de doute, un indicateur électrique dont la tension est de 40 V au moins est utilisé avec la broche d'essai.

10 Changement de la tension primaire d'alimentation

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

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

La conformité est vérifiée par examen.

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

11 Tension secondaire et courant secondaire en charge

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

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

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

The test finger of figure 2 is applied without appreciable force, the transformer being in every possible position except that transformers normally used on the floor and having a mass exceeding 40 kg are not tilted. Through openings, the test finger is applied to any depth that the finger will permit and is rotated or angled before, during and after insertion to any position. If the opening does not allow the entry of the finger, the force on the finger in the straight position is increased to 20 N. If the finger then enters the opening, the test is repeated with the finger in the angled position.

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

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

NOTES

- 2 This requirement does not apply to lamp caps or socket-outlets.
- 3 In case of doubt, an electrical contact indicator, with a voltage not less than 40 V, is used with a test pin.

10 Change of input voltage setting

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

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

Compliance is checked by inspection.

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

11 Output voltage and output current under load

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

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

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

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

Pour les transformateurs combinés avec un redresseur, la tension secondaire est mesurée aux bornes du circuit à courant continu à l'aide d'un voltmètre indiquant la valeur arithmétique moyenne, à moins que cette tension ne soit indiquée spécifiquement en valeur efficace (voir 8.1).

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

Pour les transformateurs à plusieurs **enroulements secondaires**, les charges sont appliquées à chaque section d'enroulement considérée simultanément, à moins qu'il en soit déclaré autrement.

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

Si le **courant secondaire assigné** n'est pas spécifié, il peut être déduit de la **puissance assignée** et de la **tension secondaire assignée**.

La conformité est vérifiée par calcul.

12 Tension secondaire à vide

Les spécifications correspondantes sont indiquées dans les parties 2 appropriées pour les différents types de transformateurs.

Pour les transformateurs combinés avec un redresseur, les mesures des tensions secondaires sont effectuées à l'entrée et à la sortie du redresseur si elles sont raccordées à des bornes. La mesure aux bornes d'entrée du redresseur n'est faite que si elles sont accessibles à l'utilisateur. La tension secondaire est mesurée aux bornes du **circuit secondaire** à l'aide d'un voltmètre indiquant la valeur moyenne arithmétique, à moins que cette tension ne soit indiquée en valeur efficace (voir 8.1).

13 Tension de court-circuit

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

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

14 Echauffements

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

La conformité est vérifiée par l'essai de 14.2. De plus, les dispositions suivantes sont applicables aux enroulements.

14.1.1 Si le constructeur n'a ni spécifié quelle classe de matière a été utilisée ni indiqué de valeur pour t_a (voir 3.5.8), et si la température mesurée ne dépasse pas la valeur donnée au tableau 1 pour les matériaux de la classe A, les essais de 14.3 ne sont pas effectués.

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

For transformers incorporating a rectifier, the output voltage is measured at the terminals of the d.c. circuit by means of a voltmeter giving the arithmetical mean value, unless the effective (r.m.s.) value is specifically stated (see 8.1).

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

*For transformers with multiple **output windings**, the loads are applied to every multiple section simultaneously, unless otherwise declared.*

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

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**.

Compliance is checked by calculation.

12 No-load output voltage

The relevant specifications are given in the parts 2 for the different types of transformers.

*For transformers incorporating a rectifier, the output voltages are measured on both sides of the rectifier if they are connected to terminals or terminations. The measurement at the input terminals of the rectifier is made if they are accessible to the user. The **output voltage** is measured at the terminals of the circuit with a voltmeter giving the arithmetic mean value, unless the effective (r.m.s.) value is specifically stated (see 8.1).*

13 Short-circuit voltage

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

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

14 Heating

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

Compliance is checked by the test of 14.2. Moreover, the following conditions apply to the windings.

14.1.1 *If the manufacturer has neither stated which classified material has been used, nor stated any value of t_a (see 3.5.8), and the measured temperature does not exceed the value given in table 1 for class A material, the tests of 14.3 are not made.*

Toutefois, si la température mesurée dépasse la valeur donnée au tableau 1 pour les matériaux de la classe A, les **parties actives** (noyau et enroulements) du transformateur sont soumises aux essais de 14.3. La température dans l'enceinte thermique est choisie selon le tableau 2. La valeur de la température à choisir dans le tableau 2 est la valeur immédiatement supérieure à la valeur de la température mesurée.

14.1.2 Si le constructeur n'a pas spécifié quelle classe de matière a été utilisée, mais s'il a indiqué une valeur de t_a et si la température mesurée ne dépasse pas la valeur donnée au tableau 1 pour les matériaux de la classe A, compte tenu de la valeur de t_a (voir 14.2), les essais de 14.3 ne sont pas effectués.

Toutefois, si la température mesurée, compte tenu de la valeur de t_a , dépasse la valeur donnée au tableau 1 pour les matériaux de la classe A, les **parties actives** (noyau et enroulements) des transformateurs sont soumises aux essais de 14.3. La température de l'enceinte thermique est choisie selon le tableau 2, compte tenu de la valeur de t_a . La valeur de la température à choisir dans le tableau 2 est la valeur immédiatement supérieure à la valeur de la température calculée.

14.1.3 Si le constructeur a spécifié quelle classe de matériau a été utilisée mais n'a pas indiqué de valeur pour t_a , et si la température mesurée ne dépasse pas la valeur appropriée donnée au tableau 1, les essais de 14.3 ne sont pas effectués.

Toutefois, si la température mesurée dépasse la valeur donnée au tableau 1, le transformateur est considéré comme non conforme aux prescriptions de 14.1.

14.1.4 Si le constructeur a spécifié quelle classe de matériau a été utilisé, s'il a indiqué une valeur de t_a et si la température mesurée ne dépasse pas la valeur appropriée donnée au tableau 1, compte tenu de la valeur de t_a , les essais de 14.3 ne sont pas effectués.

Toutefois, si la température mesurée, compte tenu de la valeur de t_a , dépasse la valeur donnée dans le tableau 1, le transformateur est considéré comme non conforme aux prescriptions de 14.1.

14.2 Les températures sont déterminées dans les conditions suivantes, lorsque l'état d'équilibre est atteint.

L'essai et les mesures sont effectués dans un emplacement sans courant d'air et ayant des dimensions telles que les résultats d'essais n'en soient pas influencés. Si le transformateur a une t_a assignée, l'essai est effectué à $t_a \pm 5^\circ\text{C}$.

Les **transformateurs mobiles** sont placés sur un support en contreplaqué, peint en noir mat. Les **transformateurs fixes** sont installés comme en usage normal, sur un support en contreplaqué peint en noir mat. Le support a approximativement 20 mm d'épaisseur et des dimensions qui dépassent d'au moins 200 mm la projection orthogonale du spécimen sur le support.

Les transformateurs qui sont fournis avec des broches intégrées, destinées à être introduites dans des socles fixes, sont essayés dans un socle encastré monté dans une boîte placée sur un support en contreplaqué peint en noir mat comme indiqué à la figure 1.

Les transformateurs pour montage encastré sont essayés comme décrit en 5.10.

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

However, if the measured temperature exceeds the value given in table 1 for class A material, the **live parts** of transformers (core and windings) are submitted to the tests of 14.3. The temperature of the heating cabinet is chosen according to table 2. The temperature value to be chosen in table 2 is the next highest value to the measured temperature value.

14.1.2 If the manufacturer has not stated which classified material has been used but has stated a value of t_a , and the measured temperature does not exceed the value given in table 1 for class A material, taking the value of t_a into account (see 14.2), the tests of 14.3 are not made.

However, if the measured temperature, taking the value of t_a into account, exceeds the value given in table 1 for class A material, the **live parts** of transformers (core and windings) are submitted to the tests of 14.3. The temperature of the heating cabinet is chosen according to table 2, taking the value of t_a into account. The temperature value to be chosen in table 2 is the next highest value to the calculated temperature value.

14.1.3 If the manufacturer has stated which classified material has been used but has not stated any value of t_a , and the measured temperature does not exceed the relevant value given in table 1, the tests of 14.3 are not made.

However, if the measured temperature exceeds the value given in table 1, the transformer is deemed not to comply with the requirements of 14.1.

14.1.4 If the manufacturer has stated which classified material has been used and has stated a value of t_a , and the measured temperature does not exceed the relevant value given in table 1, taking the value of t_a into account, the tests of 14.3 are not made.

However, if the measured temperature, taking the value of t_a into account, exceeds the value given in table 1, the transformer is deemed not to comply with the requirements of 14.1.

14.2 Temperatures are determined under the following conditions when steady state is established.

The test and the measurements are made in a draught-free location having dimensions such that the test results are not influenced. If the transformer has a t_a rating, the test is made at $t_a \pm 5^\circ\text{C}$.

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

Transformers which are provided with integral pins intended to be introduced into fixed socket-outlets are tested in a flush-mounted socket-outlet mounted in a box on a dull black painted plywood support as indicated in figure 1.

Flush type transformers are tested as described in 5.10.

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

Les transformateurs d'indice de protection IP00, dont l'utilisation n'est pas connue, sont essayés comme indiqué en 5.13.

NOTE 1 – Dans le cas de transformateurs avec un indice de protection IP00, la température du support est mesurée, mais les valeurs données aux tableaux 1 et 3 ne sont pas prises en considération.

Les transformateurs ayant des bornes pour **fixations de type X** avec des cordons préparés spécialement et pour fixations des **types Y et Z** doivent avoir leurs connexions soumises à une traction de 5 N immédiatement avant l'essai d'échauffement.

Les transformateurs sont alimentés sous la **tension primaire assignée** et chargés avec une impédance qui donnerait la **puissance assignée** sous la **tension secondaire assignée** et, pour le courant alternatif, sous le **facteur de puissance assigné**; la tension d'alimentation est ensuite augmentée de 6 %. Après cette augmentation de la tension, aucune modification n'est apportée au circuit. L'essai est répété sans charge si cela correspond à la situation la plus défavorable.

Les **transformateurs associés** sont mis en fonctionnement dans les conditions qui se présentent lorsque l'appareil ou l'équipement fonctionne dans les conditions d'utilisation normale indiquées dans les spécifications.

Les températures des enroulements sont déterminées par la méthode de variation de résistance.

NOTE 2 – Une des méthodes consiste à effectuer les mesures séparément sur chaque enroulement et à déterminer la résistance des enroulements à la fin de l'essai, en effectuant des mesures de résistance aussi tôt que possible après ouverture du circuit, puis à des intervalles rapprochés de façon à pouvoir tracer une courbe de variation de la résistance en fonction du temps permettant de déterminer la résistance au moment de l'ouverture du circuit.

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

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

où

$x = 234,5$ pour le cuivre;

$x = 225$ pour l'aluminium;

Δt est l'échauffement, au-dessus de t_2 tel que la température maximale égale $\Delta t + t_2$;

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

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

t_1 est la température ambiante au début de l'essai;

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

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

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

Pour les transformateurs à plusieurs **enroulements primaires ou secondaires** ou à **enroulement primaire ou secondaire** à prises multiples, les résultats à considérer sont ceux qui conduisent à la température la plus élevée.

Transformers with a protection index IP00, the application of which is not known, are tested as described in 5.13

NOTE 1 – In the case of transformers with a protection index IP00, the temperature of the support is measured, but the values given in tables 1 and 3 are not considered.

Transformers with terminals for **type X attachment** with a specially prepared cord and for **type Y** and **type Z attachments** shall have the connections subjected to a pull of 5 N immediately before the heating test is carried out.

Transformers are connected to **rated supply voltage** and loaded with an impedance which would give **rated output**, at **rated output voltage** and, for a.c. current, at **rated power factor**; then the supply voltage is increased by 6 %. After this voltage increase, no change is made in the circuit. The test is repeated under no-load condition if this is a more unfavourable situation.

Associated transformers are operated under the conditions occurring when the appliance or other equipment is operated under the conditions of normal use indicated in the relevant specification.

The temperatures of windings are determined by the resistance method.

NOTE 2 – One of the methods consists of measuring each winding separately, and of determining the resistance of windings at the end of the test by taking resistance measurements, as soon as possible after switching off, and then at short intervals, so that a curve of resistance against time can be plotted to ascertain the resistance at the instant of switching off.

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

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

where

$x = 234,5$ for copper;

$x = 225$ for aluminium;

Δt is the temperature rise, above t_2 so that the maximum temperature equal $\Delta t + t_2$;

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

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

t_1 is the ambient temperature at the beginning of the test;

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

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

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

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

Les autres températures sont déterminées au moyen de couples thermoélectriques choisis et disposés de façon à réduire au minimum leur influence sur la température de la partie à essayer.

Les couples thermoélectriques employés pour déterminer la température de la surface des supports sont fixés sur la face intérieure de plaquettes en cuivre ou laiton noircies de 1 mm d'épaisseur et 15 mm de diamètre, encastrées, de niveau avec la surface.

La température de l'isolation électrique (autre que celle des enroulements) est déterminée à la surface de l'isolation, aux endroits où un défaut pourrait établir un contact entre les **parties actives dangereuses** et les parties métalliques accessibles ou réduire les **lignes de fuite** ou les **distances d'isolement** au-dessous des valeurs spécifiées à l'article 26.

Pendant l'essai, la température ne doit pas dépasser les valeurs indiquées au tableau 1 lorsque le transformateur fonctionne à sa **température ambiante assignée** (25 °C ou t_a). Dans les cas où la température dans la zone d'essai est différente de la **température ambiante assignée**, cette différence doit être prise en compte lorsque les limites du tableau 1 sont appliquées et lorsque l'on fait les essais en température de 27.1 et 27.4.

Other temperatures are determined by means of thermocouples so chosen and positioned that they have the minimum effect on the temperature of the part under test.

Thermocouples used for determining the temperature of the surface of supports are attached to the back of small blackened discs of copper or brass of 1 mm thick and 15 mm diameter which are flush with the surface.

*The temperature of electrical insulation (other than that of windings) is determined on the surface of the insulation at places where failure could establish a contact between **hazardous live parts** and accessible metal parts, or a reduction of **creepage distances** or **clearances** below the values specified in clause 26.*

*During the test, the temperature shall not exceed the values shown in table 1 when the transformer is operated at its **rated ambient temperature** (25 °C or t_a). In those cases where the temperature in the test area differs from the **rated ambient temperature**, this difference shall be taken into account when applying the limits in table 1 and when establishing the test temperatures in 27.1 and 27.4.*

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 61558-1:1997

Withdrawing

Tableau 1 – Valeurs des températures maximales en usage normal

Parties	Température °C
Enroulements (bobines et noyaux en contact avec celles-ci), si le système d'isolation est:	
– en matériau de la classe A ¹⁾	100
– en matériau de la classe E	115
– en matériau de la classe B	120
– en matériau de la classe F	140
– en matériau de la classe H	165
– en autre matériau ²⁾	-
Enveloppes externes ³⁾ (qui peuvent être touchées avec le doigt d'épreuve normalisé) de transformateurs fixes , si elles sont en	
– métal	70
– autre matériau	80
Enveloppes externes ³⁾ (qui ne peuvent pas être touchées avec le doigt d'épreuve normalisé) de transformateurs fixes	85
Enveloppes externes ³⁾ , poignée et organes analogues de transformateurs mobiles :	
– si, en usage normal, ces parties sont tenues de façon continue (par exemple pour les transformateurs portatifs):	
• en métal	55
• en autre matériau	75
– si, en usage normal, ces parties ne sont pas tenues de façon continue:	
• en métal	60
• en autre matériau	80
Bornes pour conducteurs externes et bornes d'interrupteurs	70
Enveloppe isolante des conducteurs internes et externes ⁴⁾	
– en caoutchouc	65
– en polychlorure de vinyle	70
Parties dont la détérioration pourrait affecter la sécurité ⁴⁾ :	
– en caoutchouc (autre que l' enveloppe isolante des conducteurs)	75
– en phénol-formaldéhyde	105
– en urée-formaldéhyde	85
– en papier et tissu imprégnés	85
– en bois imprégné	85
– en polychlorure de vinyle (autre que l' enveloppe isolante des conducteurs), polystyrène et matériaux thermoplastiques analogues	65
– en toile vernie	75
Supports	85
Circuits imprimés ⁴⁾ :	
– imprégnés de phénol-formaldéhyde, mélamine-formaldéhyde, phénol-furfural ou polyester	105
– imprégnés de résines époxydes	140
1) La classification des matériaux est conforme à la CEI 85 et la CEI 216; toutefois les valeurs ont été ajustées pour tenir compte du fait que, dans ces essais, les températures sont des températures moyennes et non des températures de point chaud. 2) Si des matériaux autres que ceux spécifiés dans la CEI 85 et la CEI 216 sont utilisés, ils doivent satisfaire à l'essai de 14.3. 3) Si un élément quelconque constitue une partie de surface externe du transformateur, la température de cet élément ne doit pas dépasser la valeur spécifiée pour l'enveloppe considérée. 4) Les qualités des isolants en caoutchouc et en polychlorure de vinyle sont celles définies respectivement par la CEI 245 et la CEI 227. S'il est fait usage d'autres matériaux, ils ne doivent pas être exposés à des températures supérieures à celles qui sont admissibles pour ces matériaux.	

NOTE 3 – L'attention est attirée sur le fait que des dispositifs de protection peuvent comporter des éléments chauffants ayant une température de surface dépassant la température maximale admissible pour le système d'isolation concerné.

Table 1 – Values of maximum temperatures in normal use

Parts	Temperature °C
Windings, (bobbins and laminations in contact therewith), if the insulation system is:	
– of class A material ¹⁾	100
– of class E material	115
– of class B material	120
– of class F material	140
– of class H material	165
– of other material ²⁾	–
External enclosures ³⁾ (which can be touched with the standard test finger) of stationary transformers , if of:	
– metal	70
– other material	80
External enclosures ³⁾ (which cannot be touched with the standard test finger) of stationary transformers	85
External enclosures ³⁾ , handles and the like of portable transformers :	
– if, in normal use, these parts are continuously held (for example for hand held transformers):	
• of metal	55
• of other material	75
– if, in normal use, these parts are not continuously held:	
• of metal	60
• of other material	80
Terminals for external conductors and terminals of switches	70
Insulation of internal and external wiring ⁴⁾ :	
– of rubber	65
– of polyvinyl chloride	70
Parts the deterioration of which could affect safety ⁴⁾ :	
– of rubber (other than insulation of wiring)	75
– of phenolformaldehyde	105
– of ureaformaldehyde	85
– of impregnated paper and fabric	85
– of impregnated wood	85
– of polyvinyl chloride (other than insulation of wiring), polystyrene and similar thermo-plastic material	65
– of varnished cambric	75
Supports	85
Printed boards ⁴⁾ :	
– bonded with phenol-formaldehyde, melamine-formaldehyde, phenol-furfural or polyester	105
– bonded with epoxy	140
¹⁾ The material classification is in accordance with IEC 85 and IEC 216; however, the values have been adjusted to take into account the fact that, in these tests, the temperatures are mean and not hot-spot values. ²⁾ If other materials than those specified in IEC 85 and IEC 216 are used, they shall withstand the test of 14.3. ³⁾ If any component is part of the external surface of the transformer, the temperature of that component shall not exceed the value specified for the appropriate external enclosure. ⁴⁾ The grades of rubber and polyvinyl chloride insulation are those covered by IEC 245 and IEC 227, respectively. If other materials are used, they shall not be exposed to temperatures in excess of those which have been proved permissible for these materials.	

NOTE 3 – Attention is drawn to the fact that protective devices may incorporate heating elements having a surface temperature exceeding the permissible maximum temperature for the affected insulation system.

Immédiatement après l'essai, le spécimen doit satisfaire à l'essai de rigidité diélectrique spécifié en 18.3, la tension d'essai étant appliquée entre les **enroulements primaires et secondaires** seulement.

Pour les **transformateurs de classe I**, on prend soin que les autres isolations ne soient pas soumises à une tension dépassant la valeur correspondante spécifiée en 18.3.

Après l'essai, les connexions électriques ne doivent pas s'être desserrées, les **lignes de fuite** et **distances d'isolement** ne doivent pas être réduites au-dessous des valeurs prescrites à l'article 26, la matière de remplissage ne doit pas s'écouler et les dispositifs de protection contre les surcharges ne doivent pas fonctionner.

14.3 S'il y a lieu (voir 14.1, 19.12.3 et 26.3), les **parties actives** du transformateur (noyau et enroulements) sont soumis à l'essai cyclique ci-après, chaque cycle étant constitué par un essai à la chaleur, un essai à l'humidité et un essai de vibration. Les mesures selon 14.3.4 sont faites après chaque cycle.

Le nombre de spécimens est celui indiqué en 5.2. Les spécimens sont soumis à 10 cycles d'essai.

14.3.1 Essai à la chaleur

En fonction du type d'isolation, les spécimens sont maintenus dans une enceinte thermique pour une combinaison de temps et de température spécifiés au tableau 2. Les 10 cycles sont réalisés avec la même combinaison.

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

Tableau 2 – Température et temps d'essai (en jours) par cycle

Température d'essai °C	Température des systèmes d'isolation °C				
	100	115	120	140	165
220					4
210					7
200					14
190				4	
180				7	
170				14	
160			4		
150		4	7		
140		7			
130	4				
120	7				
Classification correspondante selon CEI 85 et CEI 216	A	E	B	F	H

14.3.2 Essai d'humidité

Les spécimens sont soumis pendant deux jours (48 h) à l'essai d'humidité prévu en 17.2.

Immediately after the test, the specimen shall withstand a dielectric strength test as specified in 18.3, the test voltage being applied between **input** and **output circuits** only.

For **class I transformers**, care is taken that other insulation is not stressed by a voltage exceeding the relevant value specified in 18.3.

After the test the electrical connections shall not have worked loose, **creepage distances** and **clearances** shall not have been reduced to less than the values specified in clause 26, sealing compound shall not have flowed out, and overload protection devices shall not have operated.

14.3 When applicable (see 14.1, 19.12.3 and 26.3), the **live parts** of the transformer (core and windings) are subjected to the following cycling test, each cycle consisting of a heat run, a moisture treatment, and a vibration test. Measurements according to 14.3.4 are made after each cycle.

The number of specimens is as indicated in 5.2. The specimens are subjected to 10 test cycles.

14.3.1 Heat run

Depending on the type of insulation, the specimens are kept in a heating cabinet for one combination of time and temperature specified in table 2. The 10 cycles are carried out with the same combination.

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

Table 2 – Test temperature and testing time (in days) per cycle

Test temperature °C	Temperature for the insulation system °C				
	100	115	120	140	165
220					4
210					7
200					14
190				4	
180				7	
170				14	
160			4		
150		4	7		
140		7			
130	4				
120	7				
Corresponding classification according to IEC 85 and IEC 216	A	E	B	F	H

14.3.2 Moisture treatment

The specimens are submitted for two days (48 h) to a moisture treatment according to 17.2.

14.3.3 Essai de vibration

Les spécimens sont fixés dans leur position normale d'utilisation au générateur de vibrations, comme spécifié dans la CEI 68-2-6 au moyen de courroies passées autour de l'**enveloppe**. La direction des vibrations est verticale, et la sévérité est:

durée: 30 min;
amplitude: 0,35 mm;
gamme de fréquence: 10 Hz, 55 Hz, 10 Hz;
balayage: approximativement un octave par minute.

14.3.4 Mesures

Après chaque cycle, la résistance d'isolement est mesurée selon 18.1 et 18.2. Un essai de rigidité diélectrique selon 18.3 et 18.4 est effectué. Après les essais à la chaleur, les spécimens sont ramenés à la température ambiante avant l'exécution de l'essai d'humidité.

Les valeurs de la tension d'essai de rigidité diélectrique prévues à l'article 18 sont toutefois réduites à 35 % de leurs valeurs spécifiées et les temps d'essais doublés, à l'exception de l'essai selon 18.4 qui doit être fait avec une tension d'essai d'au moins 1,2 fois la **tension primaire assignée**. Un spécimen est considéré comme ne satisfaisant pas à l'essai entre spires si la **puissance à vide** ou la composante ohmique de la **puissance à vide** diffère de la valeur correspondante, obtenue lors de la première mesure, de plus de 30 %. Si après l'achèvement de tous les 10 cycles, un ou plusieurs spécimens sont défailants, le transformateur est considéré comme ne satisfaisant pas à l'essai d'endurance.

15 Protection contre les courts-circuits et les surcharges

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

La conformité est vérifiée par examen et par les essais suivants qui sont effectués immédiatement après l'essai prévu en 14.2, à la même température ambiante, sans changer la position du transformateur à 1,06 fois la **tension primaire assignée** ou, pour les **transformateurs résistant aux courts-circuits par dispositif incorporé**, à une valeur quelconque de la tension d'alimentation comprise entre 0,94 fois et 1,06 fois la **tension primaire assignée**.

- pour les **transformateurs résistant aux courts-circuits par construction**, par les essais de 15.2;
- pour les **transformateurs résistant aux courts-circuits par dispositif incorporé**, par les essais de 15.3;
- pour les **transformateurs non résistants aux courts-circuits**, par les essais de 15.4;
- pour les **transformateurs non dangereux en cas de défaillance**, par les essais de 15.5;
- pour les transformateurs combinés avec un redresseur, les essais de 15.2 ou 15.3 sont effectués deux fois, une fois avec le court-circuit appliqué d'un côté du redresseur et ensuite avec le court-circuit appliqué de l'autre côté du redresseur;
- pour les transformateurs à plusieurs **enroulements secondaires** ou à **enroulement secondaire** à prises multiples, les résultats à prendre en considération sont ceux qui conduisent à la température la plus élevée. Dans le premier cas, tous les enroulements destinés à être chargés en même temps sont chargés à leur **puissance assignée** et le court-circuit est établi sur l'**enroulement secondaire** choisi.

14.3.3 Vibration test

*Specimens are fastened in their normal position of use to the vibration generator, as specified in IEC 68-2-6, by means of straps round the **enclosure**. The direction of vibration is vertical, and the severity is:*

- duration: 30 min;*
- amplitude: 0,35 mm;*
- frequency range: 10 Hz, 55 Hz, 10 Hz;*
- sweep rate: approximately one octave per minute.*

14.3.4 Measurements

After each cycle, the insulation resistance is measured according to 18.1 and 18.2. A dielectric strength test according to 18.3 and 18.4 is made. After the heat tests, the specimens are allowed to cool down to ambient temperature before the moisture treatment is made.

*The values of the test voltage for the dielectric test according to clause 18 are, however, reduced to 35 % of the specified values and the testing times doubled, except that the test according to 18.4 shall be made with a test voltage of at least 1,2 times the **rated supply voltage**. A specimen is considered not to comply with the test if the no-load current or the ohmic component of the **no-load input** deviates from the corresponding value, obtained during the first measurement, by more than 30 %. If, after the completion of all 10 cycles, one or more specimens have failed, the transformer is considered as not complying with the endurance test.*

15 Short circuit and overload protection

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

*Compliance is checked by inspection and by the following tests, which are carried out immediately after the test according to 14.2 at the same ambient temperature, and without changing the position of the transformer, at 1,06 times the **rated supply voltage**, or, for **non-inherently short-circuit proof transformers**, at any value of the supply voltage between 0,94 times and 1,06 times the **rated supply voltage**:*

- for **inherently short-circuit proof transformers**, by the tests of 15.2;*
- for **non-inherently short-circuit proof transformers**, by the tests of 15.3;*
- for **non-short circuit proof transformers**, by the tests of 15.4;*
- for **fail-safe transformers**, by the tests of 15.5;*
- for transformers combined with a rectifier, the tests of 15.2 or 15.3 are made twice, once with the short circuit applied on one side of the rectifier, and again with the short circuit applied on the other side of the rectifier;*
- for transformers with more than one **output winding** or a tapped **output winding**, the results to be considered are those showing the highest temperature. In the first case, all windings which are intended to be loaded at the same time are loaded at **rated output** and then the chosen **output winding** is short-circuited.*

Pour les essais de 15.2, 15.3 et 15.4, les températures ne doivent pas dépasser les valeurs données au tableau 3 lorsque le transformateur fonctionne à sa **température ambiante assignée** (25 °C ou t_a). Dans les cas où la température dans la zone d'essai est différente de la **température ambiante assignée**, cette différence doit être prise en compte lorsque les limites du tableau 3 sont appliquées.

Tableau 3 – Valeurs maximales des températures en cas de court-circuit ou de surcharge

Classification de l'isolement	A	E	B	F	H
	Température maximale °C				
Enroulement protégé par construction	150	165	175	190	210
Enroulement protégé par un dispositif de protection:					
– pendant le temps T donné au tableau 4 ¹⁾	200	215	225	240	260
– après la première heure, valeur de crête ²⁾	175	190	200	215	235
– après la première heure, valeur arithmétique moyenne ²⁾	150	165	175	190	210
Enveloppes extérieures (qui peuvent être touchées avec le doigt d'épreuve normalisé)			105		
Isolation caoutchouc des enroulements			85		
Isolation PVC des enroulements			85		
Support (c'est-à-dire point quelconque sur la surface de contreplaqué en pin couverte par le transformateur)			105		
1) Après les essais de 15.3.3 ces valeurs peuvent être dépassées du fait de l'inertie thermique du transformateur.					
2) Ne s'applique pas aux essais de 15.3.3					

Pendant l'essai, le transformateur ne doit pas émettre de flammes, de métal en fusion, de gaz toxique ou inflammable en quantité dangereuse et les températures ne doivent pas dépasser les valeurs indiquées au tableau 3.

Pendant et après tous les essais, le transformateur doit répondre aux exigences de l'article 9.

Après les essais, l'isolation doit satisfaire à l'essai de rigidité diélectrique de 18.3, lorsqu'elle s'est approximativement refroidie à la température ambiante,.

NOTE – L'épreuve d'humidité de 17.2 n'est pas réalisée avant cet essai de rigidité diélectrique.

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

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

15.3.1 Les bornes secondaires sont mises en court-circuit. Le dispositif de protection contre les surcharges incorporé doit fonctionner avant que la température ne dépasse les valeurs indiquées dans le tableau 3 pour toute valeur de la tension d'alimentation comprise entre 0,94 fois et 1,06 fois la **tension primaire assignée**.

For the tests of 15.2, 15.3 and 15.4, the temperatures shall not exceed the values given in table 3 when the transformer is operated at its **rated ambient temperature** (25 °C or t_a). In the cases where the temperature in the test area differs from the **rated ambient temperature**, this difference shall be taken into account when applying the limits in table 3.

Table 3 – Maximum values of temperatures under short-circuit or overload conditions

Insulation classification	A	E	B	F	H
	Maximum temperature °C				
Winding protected inherently	150	165	175	190	210
Winding protected by protective device:					
– during the time T given in table 4 ¹⁾	200	215	225	240	260
– after the first hour, peak value ²⁾	175	190	200	215	235
– after the first hour, arithmetic mean value ²⁾	150	165	175	190	210
External enclosures (which can be touched with the standard test finger)	105				
Rubber insulation of wiring	85				
PVC insulation of wiring	85				
Supports (i.e. any area on the pine plywood surface covered by the transformer)	105				
¹⁾ After the tests of 15.3.3, these values may be exceeded due to the thermal inertia of the transformer.					
²⁾ Does not apply to the tests of 15.3.3					

During the test, the transformer shall not emit flames, molten metal, poisonous or ignitable gas in hazardous amounts, and temperatures shall not exceed the values shown in table 3.

During and after all the tests the transformer shall comply with clause 9.

After the tests, the insulation, when it has cooled down to approximately ambient temperature, shall withstand the dielectric strength test in 18.3.

NOTE – The humidity treatment of 17.2 is not applied before this dielectric strength test.

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

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

15.3.1 The output terminals are short-circuited. The incorporated overload protection device shall operate before the temperature exceeds the values shown in table 3 for any value of the supply voltage between 0,94 times and 1,06 times the **rated supply voltage**.

15.3.2 Si la protection est assurée par un fusible conforme à la CEI 269-2 et à la CEI 269-3, ou un fusible techniquement équivalent, le transformateur est chargé pendant un temps T avec un courant égal à k fois le courant marqué sur le transformateur comme courant assigné de l'élément de remplacement du fusible de protection, où k et T ont la valeur indiquée au tableau 4.

Tableau 4 – Valeurs de T et k pour les fusibles

Valeur indiquée comme courant assigné I_n de l'élément de remplacement du fusible de protection gG A	T h	k
$I_n \leq 4$	1	2,1
$4 < I_n < 16$	1	1,9
$16 \leq I_n \leq 63$	1	1,6
$63 < I_n \leq 160$	2	1,6
$160 < I_n \leq 200$	3	1,6
NOTES 1 Pour les fusibles cylindriques gG du type B pour l'utilisation par des personnes non qualifiées (CEI 269-3-1) et pour les fusibles utilisables par des personnes autorisées avec des éléments de remplacement pour raccords boulonnés (CEI 269-2-1), la valeur de k est de 1,6 pour $I_n < 16$ A. 2 Pour les fusibles type D pour l'utilisation par des personnes non qualifiées (CEI 269-3-1) pour un courant assigné de 16 A, la valeur de k est de 1,9.		

15.3.3 Si la protection est assurée par des fusibles miniatures conformes à la CEI 127 ou par des éléments fusibles type à lame pour véhicules routiers conformes à l'ISO 8820 ou par un fusible techniquement équivalent, le transformateur est chargé pendant une période correspondante au plus long temps de pré-arc avec le courant adéquat comme spécifié dans la feuille de norme appropriée.

NOTE – Un fusible techniquement équivalent est un élément fusible ayant les mêmes caractéristiques temps/courant que l'un de ceux indiqués dans la CEI 127 ou l'ISO 8820.

15.3.4 Si la protection est assurée par un disjoncteur conforme à la CEI 898, ou par un disjoncteur techniquement équivalent, le transformateur est chargé pendant le temps requis par la CEI 898 avec un courant égal à 1,45 fois la valeur du courant assigné du disjoncteur.

15.3.5 Si la protection est assurée par un dispositif de protection contre les surcharges autre qu'un fusible conforme à la CEI 269 ou à la CEI 127 ou qu'un disjoncteur, le transformateur est chargé avec un courant égal à 0,95 fois la valeur du courant la moins élevée qui provoque le fonctionnement du dispositif, jusqu'à ce que les conditions d'équilibre soient atteintes.

15.3.6 Pour les essais de 15.3.2, 15.3.3 et 15.3.4, l'élément de remplacement du fusible est remplacé par une connexion d'impédance négligeable.

Pour les essais de 15.3.5, le courant d'essai est établi à la température ambiante en commençant à 1,1 fois le courant assigné de déclenchement et en le diminuant progressivement par paliers de 2 % jusqu'à ce que soit atteinte la valeur du courant pour laquelle le dispositif de protection contre les surcharges ne fonctionne pas.

15.3.2 If protected by a fuse in accordance with either IEC 269-2 or IEC 269-3, or a technically equivalent fuse, the transformer is loaded for a time T and with a current equal to k times the current marked on the transformer as the rated current of the protection fuse-link, where k and T have the values shown in table 4.

Table 4 – Values of T and k for fuses

Values marked as rated current I_n of protecting fuse-link for gG A	T h	k
$I_n \leq 4$	1	2,1
$4 < I_n < 16$	1	1,9
$16 \leq I_n \leq 63$	1	1,6
$63 < I_n \leq 160$	2	1,6
$160 < I_n \leq 200$	3	1,6
NOTES 1 For cylindrical fuses gG type B for use by unskilled persons (IEC 269-3-1), and for fuses for use by authorised persons with fuses-links for bolted connections (IEC 269-2-1), the value of k is 1,6 for $I_n < 16$ A. 2 For D-type fuses for use by unskilled persons (IEC 269-3-1) for a rated current of 16 A, the value of k is 1,9.		

15.3.3 If protected by miniature fuses in accordance with IEC 127, or by road vehicles blade type electric fuse-links according to ISO 8820, or by a technically equivalent fuse, the transformer is loaded for a period corresponding to the longest pre-arcing time with the relevant current as specified in the appropriate standard sheet.

NOTE – A technically equivalent fuse is a fuse-link having the same time-current characteristic as one of those indicated in IEC 127 or in ISO 8820.

15.3.4 If protected by a circuit-breaker in accordance with IEC 898, or a technically equivalent circuit-breaker, the transformer is loaded for the time indicated in IEC 898 with a current equal to 1,45 times the value of the rated current of the circuit-breaker.

15.3.5 If protected by an overload protection device other than a fuse according to IEC 127 or IEC 269, or a circuit-breaker, the transformer is loaded by a current equal to 0,95 times the value of the lowest current which causes the device to operate, until steady-state conditions are reached.

15.3.6 For the tests of 15.3.2, 15.3.3 and 15.3.4, the fuse-link is replaced by a link of negligible impedance.

For the tests of 15.3.5, the test current is obtained at ambient temperature, commencing at 1,1 times the rated tripping current, which is slowly decreased in steps of 2 % until the current value is obtained for which the overload protection device does not operate.

Si on utilise des **coupe-circuit thermiques** non auto-réarmables qui ne sont ni réarmables ni interchangeables, le courant d'essai de l'un des spécimens sera augmenté par paliers de 5 %. Après chaque palier, on doit attendre que le transformateur ait atteint son état d'équilibre. L'opération doit être continuée jusqu'à ce que le **coupe-circuit thermique** fonctionne. La valeur du courant est notée. L'essai est répété sur les autres spécimens avec un courant égal à 0,95 fois la valeur notée.

15.4 Les transformateurs non protégés contre les courts-circuits sont essayés comme indiqué en 15.3. Le dispositif de protection adéquat spécifié par le constructeur est inséré dans le **circuit primaire** ou secondaire approprié.

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

15.5 Transformateurs non dangereux en cas de défaillance

15.5.1 Trois spécimens supplémentaires sont utilisés seulement pour l'essai ci-après. Les transformateurs utilisés pour les autres essais ne sont pas soumis à cet essai.

Chacun des trois spécimens est monté comme à l'usage normal sur une surface de contre-plaqué d'épaisseur 20 mm et peinte en noir mat. Chaque transformateur est alimenté sous 1,06 fois la **tension primaire assignée**, l'**enroulement secondaire** qui présente l'échauffement le plus élevé pendant l'essai de 14.2 étant initialement chargé à 1,5 fois le **courant secondaire assigné** (ou, si cela n'est pas possible, à la valeur maximale du courant secondaire que l'on peut obtenir) jusqu'à ce que l'état d'équilibre soit atteint ou que le transformateur soit défaillant (selon ce qui advient en premier).

Si le transformateur est défaillant, il doit, pendant et après les essais, répondre aux critères de 15.5.2.

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

Le transformateur doit devenir défaillant sans danger et répondre, pendant et après les essais, aux critères de 15.5.2.

15.5.2 A tout moment, pendant les essais de 15.5.1:

- la température d'une partie quelconque de l'**enveloppe** des transformateurs qui peut être touchée par le doigt d'essai ne doit pas dépasser 175 °C;
- la température du support en contreplaqué ne doit en aucun endroit dépasser 125 °C;
- les transformateurs ne doivent pas émettre de flammes, de matière fondue, de particules incandescentes ou de gouttes brûlantes de matière isolante.

Après l'essai de 15.5.1 et après refroidissement à la température ambiante:

- les transformateurs doivent résister à un essai de rigidité diélectrique, la tension d'essai étant égale à 35 % des valeurs indiquées à l'article 18, tableau 8. L'essai est effectué entre primaire et **masse** pour tous les types de transformateurs et entre primaire et secondaire pour les **transformateurs de sécurité, de séparation de circuits et d'isolement à enroulements séparés**;

If non-self resetting **thermal cut-outs** which can be neither reset nor replaced are used, the test current of one specimen shall be increased in steps of 5 %. After each step, the transformer shall reach steady-state conditions. This is continued until the **thermal cut-out** operates. This current value is noted. The test is repeated with the other specimens using 0,95 times the noted value.

15.4 **Non-short-circuit proof transformers** are tested as indicated in 15.3. The correct protective device specified by the manufacturer is fitted to the relevant **input** or **output circuit**.

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

15.5 **Fail-safe transformers**

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

Each of the three specimens is mounted as for normal use on a 20 mm thick dull black painted plywood surface. Each transformer is operated at 1,06 times the **rated input voltage**, the **output winding** which produced the highest temperature during the test of 14.2 being initially loaded with 1,5 times the **rated output current** (or, if this is not possible, the maximum value of the output current obtainable) until steady-state conditions are reached, or the transformer fails (whichever occurs first).

If the transformer fails, it shall comply, during and after the tests, with the criteria given in 15.5.2.

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

The transformers shall fail safely and comply, during and after the tests, with criteria given in 15.5.2.

15.5.2 At any time during the tests of 15.5.1:

- the temperature of any part of the **enclosure** of the transformers which may be touched with the standard test finger shall not exceed 175 °C;
- the temperature of the plywood support shall nowhere exceed 125 °C;
- the transformers shall not emit flames, molten material, glowing particles, or burning drops of insulating material.

After the tests of 15.5.1, and after cooling down to ambient temperature:

- the transformers shall withstand a dielectric strength test, the test voltage being 35 % of the values according to clause 18 table 8. The test is made input-to-**body** for all kinds of transformers and, in addition, input-to-output for **safety isolating**, **isolating** and **separating transformers**;

– les **enveloppes**, s'il y a lieu, ne doivent pas présenter d'orifices permettant la pénétration du doigt d'épreuve normalisé (figure 2) jusqu'à des **parties actives dangereuses** nues. En cas de doute, le contact avec des **parties actives dangereuses** nues est décelé électriquement, la tension étant de 40 V au moins.

Si le transformateur ne satisfait pas comme à l'une quelconque des parties de ce paragraphe, le transformateur est considéré comme non conforme pour l'essai d'endurance.

16 Résistance mécanique

16.1 Les transformateurs doivent avoir une résistance mécanique suffisante et être construits de façon à pouvoir supporter les manutentions brutales susceptibles de se produire en usage normal.

La conformité est vérifiée par les essais de 16.2 pour les **transformateurs fixes**, et par les essais de 16.2, 16.3 et 16.4, selon le cas, pour les **transformateurs mobiles**.

Après les essais, le transformateur ne doit présenter aucun dommage dans le cadre de la présente norme. En particulier, les **parties actives dangereuses** ne doivent pas être devenues accessibles lorsqu'elles sont essayées comme indiqué en 9.2. Les barrières isolantes ne doivent pas être endommagées et les poignées, les leviers, les boutons et organes analogues ne doivent pas s'être déplacés sur leurs axes.

NOTES

1 Une détérioration de la finition, de faibles enfoncements qui ne réquisent pas les **lignes de fuite** ou les **distances d'isolement** au-dessous des valeurs spécifiées à l'article 26 et de petites ébréchures qui n'affectent pas la protection contre les chocs électriques ou l'humidité ne sont pas retenus.

2 Des fissures non visibles à la vision normale ou corrigée sans grossissement et des fissures superficielles dans des matières moulées renforcées de fibres et matières analogues sont négligées.

De plus en ce qui concerne l'essai de 16.4, une courbure des broches pendant l'essai est ignorée.

16.2 Le transformateur muni de ses capots ou pièces analogues est maintenu fermement contre un support rigide et est soumis à trois chocs, au moyen du marteau à ressort conforme à la CEI 68-2-63 avec l'énergie de $(0,5 \pm 0,05)$ J appliqués à tous points de la surface, y compris les leviers, poignées, boutons et organes analogues, de la surface extérieure qui protège les **parties actives dangereuses** et sont susceptibles de faiblesse, en appuyant le nez du marteau perpendiculairement à la surface. Avant que les coups ne soient appliqués, les vis ou écrous des bases et capots sont serrés avec un couple égal aux deux tiers de celui spécifié au tableau 11.

S'il y a un doute que le défaut ait été produit par l'application des coups précédents, le défaut est négligé et le groupe de trois coups est appliqué à la même place sur un nouvel échantillon qui doit alors résister à l'essai.

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

16.3 Les **transformateurs mobiles** sont maintenus dans leur position normale d'emploi et sont alors soumis à 100 chutes d'une hauteur de 25 mm, sur une plaque lisse d'acier d'au moins 5 mm d'épaisseur, placée sur un support plan de béton, à une cadence n'excédant pas une chute toutes les 5 s.

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

- **enclosures**, if any, shall show no holes allowing the standard test finger (figure 2) to touch bare **hazardous live parts**. In case of doubt, contact with bare **hazardous live parts** is detected by means of an electrical contact indicator, the voltage being not less than 40 V.

If the transformer fails any part of this subclause, the transformer is considered as not complying with the endurance test.

16 Mechanical strength

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

Compliance is checked by the tests of 16.2 for **stationary transformers** and by the tests of 16.2, 16.3 and 16.4, as appropriate, for **portable transformers**.

After the tests, the transformer shall show no damage within the meaning of this standard. In particular, **hazardous live parts** shall not have become accessible, when tested as described in 9.2. Insulating barriers shall not have been damaged, and handles, levers, knobs and the like shall not have moved on their shafts.

NOTES

- 1 Damage to the finish, small dents which do not reduce **creepage distances** or **clearances** below the values specified in clause 26, and small chips which do not adversely affect the protection against electric shock or moisture, are ignored.
- 2 Cracks not visible with normal vision or corrected vision without magnification, and surface cracks in fibre reinforced mouldings and the like are ignored.

In addition, as regards the test of 16.4, bending of the pins during the test is ignored.

16.2 The transformer, with covers and the like fitted, is held firmly against a rigid support and is subjected to three blows from a spring-operated impact hammer according to IEC 68-2-63 with the energy of $(0,5 \pm 0,05)$ J applied to every point of the exterior that protects **hazardous live parts** and is likely to be weak, including handles, levers, switch knobs and the like, by pressing the hammer nose perpendicularly to the surface. Before applying the blows, the fixing screws of bases and covers are tightened with a torque equal to two-thirds of that specified in table 11.

If there is a doubt as to whether a defect has occurred by the application of the preceding blows, the defect is neglected, and the group of three blows is applied to the same place on a new sample which shall then withstand the test.

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

16.3 **Portable transformers** are held in their normal position of use, and are then allowed to fall from a height of 25 mm onto a smooth steel plate at least 5 mm thick, placed on a flat concrete support. One hundred falls are carried out at a rate not exceeding one fall per 5 s.

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

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

*Si le transformateur est fourni avec un ou des **câbles souples externes** fixes, les câbles sont coupés à une longueur de 100 mm.*

16.4 Les transformateurs qui sont fournis avec des broches intégrées, prévues pour être introduites dans des prises de courant fixes, doivent avoir une résistance mécanique adéquate. Les essais suivants sont réalisés à la place de l'essai de 16.3:

La vérification de la conformité est vérifiée par les essais suivants:

a) *l'essai est réalisé sur trois échantillons, dans un tambour tournant comme décrit dans la CEI 68-2-32. Si le transformateur est fourni avec un ou des **câbles souples externes** fixes, ils sont coupés à une longueur de 100 mm. Chaque échantillon est essayé individuellement.*

Le tambour est soumis à une rotation de cinq tours par minute conduisant à 10 chutes par minute, le nombre total de chutes étant de:

- 50 si la masse de l'échantillon ne dépasse pas 250 g;*
- 25 si la masse de l'échantillon dépasse 250 g.*

Après l'essai, l'échantillon ne doit pas présenter de dommage au sens de cette norme, mais il n'est pas nécessaire qu'il soit en état de fonctionner.

De petites parties peuvent être cassées, à condition que la protection contre les chocs électriques ne soit pas affectée.

*La déformation des broches, les dommages à la finition et les petites ébréchures qui ne réduisent pas les **lignes de fuite** et les **distances d'isolement** au dessous des valeurs spécifiées en 26.1 de la CEI 884-1 sont négligées.*

Les trois échantillons doivent satisfaire à l'essai.

b) *Les broches ne doivent pas tourner quand un couple de 0,4 Nm est appliqué, dans une première direction pour 1 min et ensuite dans la direction opposée pour 1 min.*

NOTE – Cet essai n'est pas réalisé quand la rotation des broches ne compromet pas la sécurité au sens de cette norme.

c) *Une force de traction comme indiqué au tableau 5 est appliquée sans à-coup, pendant 1 min sur chaque broche à tour de rôle, dans la direction de l'axe longitudinal de la broche.*

La force de traction est appliquée à l'intérieur d'une enceinte thermique à une température de $(70 \pm 2)^\circ\text{C}$, 1 h après que l'appareil ait été placé dans l'enceinte thermique.

Tableau 5 – Force de traction sur les broches

Valeur assignée du type de fiches équivalentes	Nombre de pôles	Force de traction N
Jusqu'à 10 A inclus 130/250V	2 3	40 50
Supérieur à 10 A jusqu'à 16 A inclus 130/250 V	2 3	50 54
Supérieur à 10 A jusqu'à 16 A inclus 440 V	3 Plus de 3	54 70

Pour les besoins de cet essai, les contacts de terre de protection, indépendamment de leur nombre, sont considérés comme un pôle.

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

If the transformer is provided with fixed **external flexible cable or cord(s)**, they are cut to a length of 100 mm.

16.4 Transformers which are provided with integrated pins, intended to be introduced into fixed socket-outlets, shall have adequate mechanical strength. The following tests are carried out instead of the test of 16.3:

Compliance is checked by the following tests:

a) The test is carried out on three specimens, in a tumbling barrel as described in IEC 68-2-32. If the transformer is provided with fixed external cord(s) they are cut to a length of 100 mm. Each specimen is tested individually.

The barrel is turned at a rate of five revolutions per minute, 10 falls per minute thus taking place, the number of falls being:

- 50 if the mass of the specimen does not exceed 250 g;
- 25 if the mass of the specimen exceeds 250 g.

After the test, the specimen shall show no damage within the meaning of this standard, but it need not be operable.

Small pieces may have broken off, provided that the protection against electric shock is not affected.

Distortion of pins and damage to the finish and small dents which do not reduce the **creepage distances** or **clearances** below the values specified in 26.1 of IEC 884-1 are neglected.

All three specimens shall withstand the test.

b) The pins shall not turn when a torque of 0,4 Nm is applied, first in one direction for 1 min and then in the opposite direction for 1 min.

NOTE – This test is not carried out when rotation of the pins does not impair the safety in the sense of this standard.

c) A pull force as given in table 5 is applied without jerks for 1 min on each pin in turn, in the direction of the longitudinal axis of the pin.

The pull force is applied within a heating cabinet at a temperature of $(70 \pm 2) ^\circ\text{C}$, 1 h after the device has been placed in the heating cabinet.

Table 5 – Pull force on pins

Rating of the equivalent plug type	Number of poles	Pull force N
Up to and including 10 A 130/250V	2	40
	3	50
Above 10 A up to and including 16 A 130/250 V	2	50
	3	54
Above 10 A up to and including 16 A/440 V	3	54
	More than 3	70

For the purpose of this test, protective earth contacts, irrespective of their number, are considered as one pole.

Après l'essai et après que l'appareil soit revenu à température ambiante, les broches ne doivent, pas avoir été déplacées dans le corps du dispositif de plus de 1 mm.

Les essais b) et c) sont réalisés sur un nouvel échantillon.

17 Protection contre les effets nuisibles dus à la pénétration de poussière, d'objets solides et de l'humidité

17.1 L'**enveloppe** d'un transformateur doit procurer le degré de protection contre la pénétration de poussière, d'objets solides et de l'humidité conformément à la classification du transformateur et au code IP marqué sur le transformateur.

NOTE – Une explication du système de chiffres IP est donnée à l'annexe Q.

La conformité est vérifiée par l'essai approprié spécifié en 17.1.1, et pour les autres valeurs d'IP par l'essai approprié spécifié dans la CEI 529.

Avant l'essai du deuxième chiffre caractéristique, à l'exception de l'IPX8, le transformateur doit être alimenté avec la **puissance assignée** et porté à une température de fonctionnement stable à la tension assignée.

L'eau pour l'essai doit être à une température de $15^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$.

Les transformateurs doivent être montés et câblés comme en usage normal avec, s'il y a lieu, une fiche appropriée insérée au **circuit secondaire**.

Les transformateurs non pourvus d'un **câble souple externe** sont équipés de conducteurs externes, comme spécifié à l'article 22, le type et la section les plus défavorables étant utilisés.

Pour les essais du 17.1.1 A à J un **transformateur installé à poste fixe** prévu pour montage avec sa **masse** en contact avec une surface doit être essayé sur une planche égale à la taille hors tout de la projection du transformateur, s'il n'en est pas autrement spécifié.

Les transformateurs ayant des dispositions pour l'écoulement de l'eau au moyen de trous de drainage doivent être montés avec le trou placé le plus bas ouvert à moins qu'il n'en soit spécifié autrement dans les instructions d'installation du constructeur. Les ouvertures de ventilation sont laissées ouvertes pendant l'essai.

Les **transformateurs mobiles**, câblés comme en usage normal, doivent être placés dans la position la plus défavorable de l'utilisation normale.

Les presse-étoupe, s'il y a lieu, doivent être serrés avec un couple égal aux deux tiers de ceux appliqués aux presse-étoupe en 25.6.

Après achèvement des essais, le transformateur doit résister à l'essai de rigidité diélectrique spécifié en 18.3 et une inspection ne doit montrer:

- a) aucun dépôt de poudre de talc dans les transformateurs résistant à la poussière, tel que, si la poudre était conductrice, l'isolation ne répondrait plus aux prescriptions de cette norme;
- b) aucun dépôt de poudre de talc à l'intérieur des **enveloppes** pour les transformateurs étanches aux poussières;
- c) aucune trace d'eau sur les **parties actives** ou sur l'isolation quand cela peut présenter un risque pour l'utilisateur ou le voisinage, par exemple quand les **lignes de fuite** risquent d'être réduites à une valeur inférieure à celles spécifiées à l'article 26;
- d) aucune accumulation d'eau dans les transformateurs protégés contre les chutes d'eau verticales, la pluie, les éclaboussures et les jets d'eau susceptibles de dégrader la sécurité;

After the test, and after the device has cooled down to ambient temperature, no pin shall have been displaced in the **body** of the device by more than 1 mm.

Tests b) and c) are carried out on a new sample.

17 Protection against harmful ingress of dust, solid objects and moisture

17.1 The **enclosure** of a transformer shall provide the degree of protection against ingress of dust, solid objects and moisture in accordance with the classification of the transformer and the IP number marked on the transformer.

NOTE – An explanation of the IP numbering system is given in annex Q.

Compliance is checked by the appropriate test specified in 17.1.1, and for other IP ratings by the appropriate test specified in IEC 529.

Before the test of second characteristic numeral, with the exception of IPX8, the transformer shall be switched on under **rated output** conditions and brought to a stable operating temperature at rated voltage.

The water for the test shall be at a temperature of $15\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 10\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Transformers shall be mounted and wired as in normal use with, where relevant, a suitable plug inserted in the **output circuit**.

Transformers not provided with an **external flexible cable or cord** are fitted with external wiring, as specified in clause 22, the most unfavourable type and cross-sectional area being used.

For tests of 17.1.1 A to J, a **fixed transformer** intended for mounting with its **body** in contact with a surface shall be tested on a board equal in overall size to the projection of the transformer, if not otherwise specified.

Transformers having provisions for draining water by means of drain holes shall be mounted with the lowest drain hole open unless otherwise specified in the manufacturer's installation instructions. Ventilation openings are left open during the test.

Portable transformers, wired as in normal use, shall be placed in the most unfavourable position of normal use.

Glands, if any, shall be tightened with a torque equal to two-thirds of that applied to glands in the test of 25.6.

After completion of the tests, the transformer shall withstand the dielectric strength test specified in 18.3 and inspection shall show:

- a) no deposit of talcum powder in dust-proof transformers, so that, if the powder were conductive, the insulation would fail to meet the requirements of this standard;
- b) no deposit of talcum powder inside **enclosures** for dust-tight transformers;
- c) no trace of water on **live parts** or on insulation where it could become a hazard for the user or surroundings, for example where it could reduce the **creepage distances** below the values specified in clause 26;
- d) no accumulation of water in drip-proof, rain-proof, splash-proof and jet-proof transformers, so as to impair safety;

e) aucune trace d'eau ayant pénétré dans quelque partie que ce soit d'un transformateur étanche à l'immersion;

f) aucune entrée dans le transformateur du calibre d'essai correspondant pour les transformateurs protégés contre la pénétration des corps solides.

17.1.1 Essais

- A Les transformateurs protégés contre la pénétration des corps solides (degré 2 du premier chiffre IP) doivent être essayés avec le doigt d'épreuve normalisé spécifié dans la CEI 529 et la broche d'essai spécifiée à la figure 3 selon les prescriptions des articles 9 et 26.

NOTE – Les transformateurs ordinaires n'ont pas besoin d'être essayés avec la sphère spécifiée dans la CEI 529.

- B Les transformateurs protégés contre la pénétration des corps solides (degré 3 et 4 du premier chiffre IP) doivent être essayés au moyen d'un calibre d'essai correspondant au calibre C ou D de la CEI 1032 appliqué en tout endroit possible (à l'exception des joints) avec une force spécifiée, comme indiqué ci-après:

Tableau 6 – Essai des transformateurs protégés contre la pénétration des corps solides

	Calibre d'essai selon la CEI 1032	Diamètre du fil du calibre mm	Force d'application
Degré 3 du premier chiffre IP	C	$2,5^{+0,05}_0$	3 N ± 10 %
Degré 4 du premier chiffre IP	D	$1^{+0,05}_0$	1 N ± 10 %

L'extrémité du calibre doit être exempte d'aspérités et être coupée suivant une section droite.

- C Les transformateurs protégés contre les poussières (degré 5 du premier chiffre IP) sont essayés dans une enceinte à poussière analogue à celle que représente la figure 2 de la CEI 529, dans laquelle un courant d'air maintient en suspension de la poudre de talc; pendant l'essai la pompe à vide indiquée n'est pas raccordée. L'enceinte doit contenir 2 kg de poudre de talc par mètre cube de son volume. La poudre de talc utilisée doit passer par un tamis à mailles carrées construit en fil de 50 µm de diamètre nominal avec espacement nominal entre fils de 75 µm; ce tamis doit admettre les particules de taille supérieure ou égale à 1 µm dont au moins 50 % en poids en dessous de 5 µm. Il ne doit pas être utilisé pour plus de 20 essais.

L'essai doit être effectué de la façon suivante:

- le transformateur est suspendu à l'extérieur de l'enceinte à poussière et il est mis en fonctionnement à sa **puissance assignée** jusqu'à ce que la température de fonctionnement soit atteinte;
- le transformateur, toujours en fonctionnement, est placé dans l'enceinte à poussière en prenant soin d'apporter le moins de trouble possible;
- la porte de l'enceinte à poussière est fermée;
- le ventilateur mettant la poudre de talc en suspension est mis en marche;

- e) no trace of water entered in any part of a watertight transformer;
- f) no entry into the transformer by the relevant test probe for solid-object-proof transformers.

17.1.1 Tests

- A Solid-object-proof transformers (first characteristic IP numeral 2) shall be tested with the standard test finger specified in IEC 529 and the test pin specified in figure 3 according to the requirements of clauses 9 and 26.

NOTE – Ordinary transformers are not required to be tested with the sphere specified in IEC 529.

- B Solid-object-proof transformers (first characteristic IP numerals 3 and 4) shall be tested at every possible point (excluding gaskets) with a probe according to test probe C or D of IEC 1032, applied with a force as follows:

Table 6 – Solid-object-proof transformer test

	Test probe according to IEC 1032	Probe wire diameter mm	Application force
First IP numeral 3	C	$25^{+0.05}_0$	3 N ± 10 %
First IP numeral 4	D	$1^{+0.05}_0$	1 N ± 10 %

The end of the probe wire shall be cut at right angles to its length and be free from burrs.

- C Dust-proof transformers (first characteristic IP numeral 5) are tested in a dust chamber similar to that shown in figure 2 of IEC 529, in which talcum powder is maintained in suspension by an air current; during the test the vacuum pump as shown is not connected. The chamber shall contain 2 kg of powder for every cubic metre of its volume. The talcum powder used shall pass through a square-meshed sieve whose nominal wire diameter is 50 µm, and whose nominal free distance between wire is 75 µm, and shall have a range of particle size down to and including 1 µm with at least 50 % by weight less than 5 µm. It should not have been used for more than 20 tests.

The test shall be carried out as follows:

- a) the transformer is suspended outside the dust chamber and operated at **rated output** until operating temperature is achieved;
- b) the transformer, while still operating, is placed with the minimum disturbance in the dust chamber;
- c) the door of the dust chamber is closed;
- d) the fan/blower causing the talcum powder to be in suspension is switched on;

e) après 1 min on coupe l'alimentation du transformateur et on le laisse refroidir pendant 3 h, la poudre de talc restant en suspension.

NOTE – La minute d'intervalle entre la mise en marche du ventilateur et le moment où on coupe l'alimentation du transformateur permet de s'assurer que le talc est bien en suspension autour du transformateur pendant la période initiale de refroidissement, laquelle est la plus importante dans le cas des petits transformateurs. Le transformateur est mis en fonctionnement au début de l'essai comme indiqué au point a) pour assurer que l'enceinte d'essai n'est pas surchauffée.

D Les transformateurs étanches aux poussières (degré 6 du premier chiffre IP) sont essayés conformément à C.

E Les transformateurs protégés contre les chutes d'eau verticales (degré 1 du second chiffre IP) sont soumis pendant 10 min à une pluie artificielle de 3 mm/min au moyen du dispositif représenté à la figure 3 de la CEI 529, tombant verticalement d'une hauteur de 200 mm sur le dessus du transformateur.

F Les transformateurs protégés contre la pluie (degré 3 du second chiffre IP) sont arrosés pendant 10 min au moyen de l'appareil représenté à la figure 4 de la CEI 529. Le rayon du tube semi-circulaire doit être aussi petit que possible et compatible avec la taille et la position du transformateur.

Le tube doit être perforé de manière que les jets d'eau soient dirigés vers le centre du cercle et la pression de l'eau à l'entrée de l'appareil doit être approximativement de 80 kNm/m².

Le tube doit osciller sur un angle de 120°, soit 60° de chaque côté de la verticale, la durée d'une oscillation complète (2 × 120°) étant d'environ 4 s.

Le transformateur doit être monté au-dessus de l'axe de pivotement du tube de façon que les extrémités du transformateur soient convenablement arrosés par les jets. Le transformateur doit pivoter autour de son axe vertical au cours de l'essai à une vitesse de 1 tr/min.

Après cette période de 10 min, on doit couper l'alimentation du transformateur et le laisser refroidir naturellement tandis que l'aspersion d'eau est maintenue 10 min de plus.

G Les transformateurs protégés contre les éclaboussures d'eau (degré 4 du second chiffre IP) sont arrosés de toutes les directions pendant 10 min au moyen de l'appareil représenté à la figure 4 de la CEI 529 et décrit en F. Le transformateur doit être monté au-dessous de l'axe de pivotement du tube de façon que les extrémités du transformateur soient convenablement arrosés par les jets.

Le tube doit osciller sur un angle de presque 360°, 180° de part et d'autre de la verticale, la durée d'une oscillation (2 × 360°) étant d'environ 12 s. Le transformateur doit pivoter autour de son axe vertical au cours de l'essai à une vitesse de 1 tr/min.

Le support du matériel essayé doit être en forme de grille pour éviter qu'il fasse écran. Après cette période de 10 min, on doit couper l'alimentation du transformateur et le laisser refroidir naturellement tandis que l'aspersion d'eau est maintenue 10 min de plus.

H Les transformateurs protégés contre les jets d'eau (degré 5 du second chiffre IP) sont mis hors tension et immédiatement soumis en tous sens à un jet d'eau pendant 15 min au moyen d'un tuyau muni d'une buse dont les dimensions et la forme sont indiqués à la figure 6 de la CEI 529, la dimension D' étant de 6,3 mm. La buse doit être tenue à 3 m de l'échantillon.

La pression de l'eau à la buse doit être de 30 kNm/m² environ.

e) after 1 min the transformer is switched off and allowed to cool for 3 h while the talcum powder remains in suspension.

NOTE – The 1 min interval between the switching on of the fan/blower and the switching off of the transformer is to ensure that the talcum powder is properly in suspension around the transformer during initial cooling, which is most important with smaller transformers. The transformer is operated initially as in item a) to ensure that the test chamber is not overheated.

D Dust-tight transformers (first characteristic IP numeral 6) are tested in accordance with C.

E Drip-proof transformers (second characteristic IP numeral 1) are subjected for 10 min to an artificial rainfall of 3 mm/min by means of a device as shown in figure 3 of IEC 529, falling vertically from a height of 200 mm above the top of the transformer.

F Rain-proof transformers (second characteristic IP numeral 3) are sprayed with water for 10 min by means of a spray apparatus as shown in figure 4 of IEC 529. The radius of the semi-circular tube shall be as small as possible and compatible with the size and position of the transformer.

The tube shall be perforated so that jets of water are directed towards the centre of the circle, and a water pressure at the inlet of the apparatus shall be approximately 80 kN/m².

The tube shall be caused to oscillate through an angle of 120° 60° on either side of the vertical, the time for one complete oscillation (2 × 120°) being about 4 s.

The transformer shall be mounted above the pivot line of the tube so that the ends of the transformer receive adequate coverage from the jets. The transformer shall be turned about its vertical axis during the test at a rate of 1 rev/min.

After this 10 min period, the transformer shall be switched off and allowed to cool naturally while the water spray is continued for a further 10 min.

G Splash-proof transformers (second characteristic IP numeral 4) are sprayed from every direction with water for 10 min by means of the spray apparatus shown in figure 4 of IEC 529 and described in F. The transformer shall be mounted under the pivot line of the tube so that the ends of the transformer receive adequate coverage from the jets.

The tube shall be caused to oscillate through an angle of almost 360°, 180° on either side of the vertical, the time for one complete oscillation (2 × 360°) being about 12 s. The transformer shall be turned about its vertical axis during the test at a rate of 1 rev/min.

The support for the equipment under test shall be grid shaped in order to avoid acting as a baffle. After this 10 min period, the transformer shall be switched off and allowed to cool naturally, while the water spray is continued for a further 10 min.

H Jet-proof transformers (second characteristic IP numeral 5) are switched off and immediately subjected to a water jet for 15 mm from all directions by means of a hose, having a nozzle with the shape and dimensions shown in figure 6 of IEC 529, the dimension D' being 6,3 mm. The nozzle shall be held 3 m away from the sample.

The water pressure at the nozzle shall be approximately 30 kN/m²

- I Les transformateurs étanches à l'immersion (degré 7 du second chiffre IP) sont mis hors tension et immédiatement immergés dans l'eau pendant 30 min, de manière qu'il y ait au moins 150 mm d'eau au-dessus du sommet du transformateur et que sa partie la plus basse soit située au moins à 1 m sous l'eau. Les transformateurs doivent être tenus en position par leurs moyens normaux de fixation.

NOTE – Ce procédé n'est pas suffisamment sévère pour les transformateurs destinés à fonctionner sous l'eau.

- J Les transformateurs étanches à l'immersion sous pression (degré 8 du second chiffre IP) sont chauffés soit par leur fonctionnement soit par tout autre moyen convenable, de sorte que la température de l'**enveloppe** du transformateur dépasse celle de l'eau dans le réservoir d'essai de 5 °C à 10 °C.

Le transformateur doit alors être mis hors tension et soumis à une pression d'eau égale à 1,3 fois la pression qui correspond à la profondeur maximale d'immersion assignée, pendant une période de 30 min.

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

La conformité est vérifiée par le traitement hygroscopique décrit dans le présent paragraphe, suivi immédiatement des essais de l'article 18.

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

Les composants électriques, les capots et les autres éléments qui peuvent être enlevés sans l'aide d'un **outil** sont retirés et soumis, si nécessaire, en même temps que la partie principale, au traitement hygroscopique.

L'épreuve hygroscopique est effectuée dans une enceinte humide contenant de l'air avec une humidité relative maintenue entre 91 % et 95 %. La température de l'air, en tout endroit où les spécimens peuvent être placés, est maintenue, à 1 °C près, à une valeur appropriée comprise entre 20 °C et 30 °C.

Avant d'être placé dans l'enceinte humide, le spécimen est porté à une température comprise entre t et $(t + 4)$ °C.

Le spécimen est maintenu dans l'enceinte pendant:

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

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

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

Après ce traitement et les essais de l'article 18, le transformateur ne doit présenter aucun dommage dans le cadre de la présente norme.

- I Water-tight transformers (second characteristic IP numeral 7) are switched off and immediately immersed for 30 min in water, so that there is at least 150 mm of water above the top of the transformer, and the lowest portion is subjected to at least 1 m head of water. Transformers shall be held in position by their normal fixing means.*

NOTE – This treatment is not sufficiently severe for transformers intended for operation under water.

- J Pressure watertight transformers (second characteristic IP numeral 8) are heated either by operating or by other suitable means, so that the temperature of the transformer **enclosure** exceeds that of the water in the test tank by between 5 °C and 10 °C.*

The transformer shall then be switched off and subjected to a water pressure of 1,3 times that pressure which corresponds to the rated maximum immersion depth for a period of 30 min.

17.2 Transformers shall be proof against humid conditions which may occur in normal use.

Compliance is checked by the humidity treatment described in this subclause, followed immediately by the tests of clause 18.

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

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

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

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

The specimen is kept in the cabinet for:

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

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

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

After this treatment and the tests of clause 18, the transformer shall show no damage within the meaning of this standard.

18 Résistance d'isolement et rigidité diélectrique

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

La conformité est vérifiée par les essais de 18.2 à 18.4 qui sont exécutés immédiatement après l'essai de 17.2, dans l'enceinte humide ou dans la salle où le spécimen a été porté à la température prescrite, après remise en place des éléments qui ont été éventuellement retirés.

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

La résistance d'isolement ne doit pas être inférieure à celle indiquée au tableau 7.

Tableau 7 – Valeur des résistances d'isolement

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

18.3 Immédiatement après l'essai de 18.2, l'isolation est soumise pendant 1 min à une tension pratiquement sinusoïdale, à 50/60 Hz. La valeur de la tension d'essai et les points d'application sont indiqués au tableau 8.

Les résistances, condensateurs et autres composants sont déconnectés avant de réaliser l'essai.

18 Insulation resistance and dielectric strength

18.1 The insulation resistance and the dielectric strength of transformers shall be adequate.

Compliance is checked by the tests of 18.2 to 18.4 which are made immediately after the test of 17.2, in the humidity cabinet or in the room in which the specimen was brought to the prescribed temperature, after reassembling those parts which may have been removed.

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

The insulation resistance shall be not less than that shown in table 7.

Table 7 – Values of insulation resistance

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

18.3 Immediately after the test of 18.2, the insulation is subjected for 1 min to a voltage of substantially sine-wave form at 50/60 Hz. The value of the test voltage and the points of application are given in table 8.

Resistors, capacitors and other components are disconnected before carrying out the test.

Tableau 8 – Tableau des tensions d'essai

Points d'application de la tension d'essai	Tension locale V*				
	<50	150	300	600	1000
1) Entre parties actives des circuits primaires et parties actives des circuits secondaires (isolation principale)	250	1400	2100	2500	2750
2) Entre parties actives des circuits primaires et parties actives des circuits secondaires (isolation double ou renforcée)	500	2800	4200	5000	5500
3) A travers l' isolation principale ou supplémentaire, entre: a) les parties actives de polarité différente b) les parties actives et la masse si elle est destinée à être connectée au conducteur de protection c) les parties métalliques accessibles et une tige de métal de même diamètre que le câble souple (ou une feuille métallique enroulée autour du câble) insérée dans les traversées, dispositifs de protection et d'arrêt, et dispositifs analogues d) les parties actives et une partie métallique intermédiaire e) les parties métalliques intermédiaire et la masse	250	1400	2100	2500	2750
4) A travers l' isolation renforcée , entre la masse et les parties actives	500	2800	4200	5000	5500
* Les valeurs de tension d'essai pour les valeurs intermédiaires de tension locale sont obtenues par interpolation entre les valeurs du tableau.					

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

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

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

Des précautions doivent être prises pour que les tensions d'essai appliquées entre les **circuits primaires** et **secondaires** ne provoquent pas de contraintes supplémentaires pour les autres isolations. Si le constructeur indique qu'il existe une **double isolation** entre les **circuits primaires** et **secondaires**, par exemple entre le **circuit primaire** et le noyau et entre le noyau et le **circuit secondaire**, chaque isolation est essayée séparément avec les tensions d'essai du point 3 du tableau 8. La même procédure s'applique dans le cas d'une **double isolation** entre le **circuit primaire** et la **masse**.

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

Table 8 – Table of test voltages

Application of test voltage	Working voltage V*				
	<50	150	300	600	1000
1) Between live parts of input circuits and live parts of output circuits (basic insulation)	250	1400	2100	2500	2750
2) Between live parts of input circuits and live parts of output circuits (double or reinforced insulation)	500	2800	4200	5000	5500
3) Over basic or supplementary insulation between: a) live parts of different polarity b) live parts and the body if intended to be connected to protective earth c) accessible conductive parts and a metal rod of the same diameter as the flexible cable or cord (or metallic foil wrapped round the cord) inserted inside inlet bushing, cord guards and anchorage, and the like d) live parts and an intermediate conductive part e) intermediate conductive parts and the body	250	1400	2100	2500	2750
4) Over reinforced insulation between the body and live parts	500	2800	4200	5000	5500
* Values of test voltage for intermediate values of working voltage are found by interpolation between tabulated values.					

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

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

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

Care shall be taken that the voltage applied for the test between **input** and **output circuits** does not over-stress other insulation. If it is stated by the manufacturer that a **double insulation** system exists between **input** and **output circuits**, such as from **input circuit** to core and from core to **output circuit**, each insulation is then tested separately according to the test voltage of item 3 of table 8. The same applies to a **double insulation** between input and the **body**.

For class II situations incorporating both **reinforced insulation** and **double insulation**, care shall be taken that the voltage applied to the **reinforced insulation** does not over-stress the **basic** or **supplementary insulation**.

18.4 Après l'essai de 18.3, un **circuit primaire** est alimenté pendant 5 min sous une tension égale à deux fois la **tension primaire assignée**, la fréquence étant égale à deux fois la **fréquence assignée**. Aucune charge n'est connectée au transformateur. Pendant l'essai, les enroulements multifilaires, s'il y a lieu, sont connectés en série.

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

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

19 Construction

19.1 Les **circuits primaires** et **secondaires** spécifiés dans la partie 2 correspondante doivent en général être séparés par une isolation, et la construction doit être telle qu'il n'y ait pas possibilité de connexion, à l'exception d'une action délibérée, entre ces circuits, directement ou indirectement, à travers d'autres parties métalliques.

19.2 Les matériaux à combustion violente, tels que le celluloid, ne doivent pas être utilisés dans la construction des transformateurs.

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

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

La conformité est vérifiée par examen et, en cas de doute en ce qui concerne la combustion violente des matériaux, par l'essai au fil incandescent de 27.2.

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

Le bois ne doit pas être utilisé comme **isolation supplémentaire** ou **renforcée**, même s'il est imprégné.

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

La conformité est vérifiée par examen.

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

La conformité est vérifiée par examen.

19.5 Les éléments de **transformateurs de classe II** qui constituent une **isolation supplémentaire** ou une **isolation renforcée** et qui pourraient être oubliés lors du remontage après des opérations d'entretien doivent être:

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

La conformité est vérifiée par examen et par un essai à la main.

18.4 After the test of 18.3, one **input circuit** is connected to a voltage equal to double the **rated supply voltage**, at double the **rated frequency** for 5 min. No load is connected to the transformer. During the test, polyfilar windings, if any, are connected in series.

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

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

19 Construction

19.1 The **input** and **output circuits** as specified in the relevant part 2 in general shall be separated by insulation, and the construction in general shall be such that there is no possibility of any connection, except by deliberate action, between these circuits, either directly or indirectly, through other metal parts.

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

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

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

Compliance is checked by inspection and, in case of doubt regarding fiercely burning materials, by the glow-wire test of 27.2.

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

Wood, even if impregnated, shall not be used as **supplementary** or **reinforced insulation**.

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

Compliance is checked by inspection.

19.4 Provisions shall be taken to prevent contact between accessible metal parts and conduits or metal sheaths of supply wiring for **class II transformers**.

Compliance is checked by inspection.

19.5 Parts of **class II transformers**, which serve as **supplementary insulation** or **reinforced insulation** and which might be omitted during reassembling after routine servicing, shall either:

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

Compliance is checked by inspection and by manual test.

NOTES

- 1 Toutefois, une gaine peut être utilisée comme **isolation supplémentaire** sur des conducteurs internes si elle est maintenue en place par des moyens efficaces.
- 2 Une gaine est considérée comme fixée efficacement si on ne peut l'enlever qu'en la cassant ou en la coupant, ou si elle est fixée à ses deux extrémités.
- 3 Les opérations d'entretien comprennent le remplacement des **câbles d'alimentation**, lorsque leur mode de fixation le permet, des interrupteurs et des dispositifs de protection.
- 4 Un revêtement d'**enveloppe** métallique émaillé ou en autre matériau, sous forme de couche qui ne satisfait pas à l'essai de 19.10, n'est pas considéré comme satisfaisant à ces prescriptions.

19.6 Les **transformateurs de classe I** et de la classe II doivent être construits de façon que, si des fils, des vis, des écrous, des rondelles, des ressorts ou des pièces analogues se desserrent ou se détachent, ils ne puissent en usage normal se placer dans une position telle que les **lignes de fuite** ou les **distances d'isolement** sur une **isolation supplémentaire** ou une **isolation renforcée**, ou la distance entre les bornes primaires et secondaires soient réduites à moins de 50 % de la valeur spécifiée à l'article 26.

La conformité est vérifiée par examen, par des mesures et par un essai à la main.

NOTE – Pour les besoins de cette prescription:

- il est admis que deux fixations indépendantes ne se détachent pas simultanément;
- les parties fixées au moyen de vis ou d'écrous et de rondelles de blocage sont considérées comme n'étant pas susceptibles de se desserrer, pourvu qu'il ne soit pas nécessaire de retirer ces vis ou ces écrous lors du remplacement du câble souple d'alimentation ou d'autres opérations d'entretien;
- les conducteurs connectés par soudure ne sont pas considérés comme suffisamment fixés, à moins qu'ils soient maintenus en place à proximité de l'extrémité soudée au moyen d'un dispositif tel que l'accrochage à travers un trou, indépendamment de la soudure;
- les bornes sans vis conformes à la CEI 998-2-2 sont considérées comme assurant une fixation convenable du conducteur sans qu'il y ait besoin de moyens supplémentaires;
- les conducteurs connectés aux bornes ne sont pas considérés comme suffisamment fixés, à moins qu'une fixation supplémentaire d'un type approprié ne soit prévue à proximité de la borne; dans le cas d'âmes câblées, cette fixation supplémentaire serrera l'**enveloppe** isolante et pas seulement l'âme;
- des conducteurs rigides courts ne sont pas considérés comme susceptibles de s'échapper d'une borne, s'ils restent en position lorsque la vis de la borne est desserrée.

19.7 Les parties connectées à des parties métalliques accessibles au moyen de résistances ou de condensateurs doivent être séparées des **parties actives dangereuses** par une **isolation double ou renforcée**.

*La conformité est vérifiée par les essais pour l'**isolation double** ou l'**isolation renforcée**.*

19.8 Les résistances et les condensateurs connectés entre les **parties actives dangereuses** et les parties métalliques accessibles doivent se composer au moins de deux composants séparés dont l'impédance risque peu de varier significativement pendant la durée de vie du transformateur. Si l'un des composants est court-circuité ou débranché, les valeurs spécifiées à l'article 9 ne doivent pas être dépassées.

La conformité est vérifiée par examen et par des mesures

NOTE – Les résistances conformes à 14.1 de la CEI 65 et les condensateurs conformes à la CEI 384-14 sont considérés comme des composants appropriés. Un condensateur conforme aux prescriptions de la classe Y1 de la CEI 384-14 est aussi considéré suffisant.

19.9 Les matériaux isolants séparant les **enroulements primaires** et **secondaires** et les éléments de caoutchouc naturel ou synthétique utilisés comme **isolation supplémentaire** dans des **transformateurs de classe II** doivent soit résister au vieillissement, soit être disposés et dimensionnés de façon que les **lignes de fuite** ne soient pas réduites au-dessous des valeurs spécifiées à l'article 26, quelles que soient les craquelures qui peuvent se produire.

La conformité est vérifiée par examen, par des mesures et, en cas de doute sur les propriétés au vieillissement du caoutchouc, par l'essai suivant.

NOTES

- 1 Sleeving may, however, be used as **supplementary insulation** on internal wiring, if it is retained in position by positive means.
- 2 A sleeve is considered to be fixed by positive means if it can be removed only by breaking or cutting, or if it is clamped at both ends.
- 3 Routine servicing includes replacement of switches, protective devices and of **power supply cords** when the type of attachment allows this.
- 4 Lining metal **enclosures** with a coating of lacquer or with material in the form of a coating which does not withstand the test of 19.10 is not considered to be adequate for the purpose of these requirements.

19.6 **Class I** and **class II transformers** shall be so constructed that, should any wire, screw, nut, washer, spring or similar part become loose or fall out of position, they cannot, in normal use, become so disposed that **creepage distances** or **clearances** over **supplementary insulation** or **reinforced insulation** or the distance between input and output terminals are reduced to less than 50 % of the value specified in clause 26.

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

NOTE – For the purpose of this requirement:

- it is not expected that two independent fixings will become loose at the same time;
- parts fixed by means of screws or nuts provided with locking washers are regarded as not liable to become loose, provided these screws or nuts are not removed during the replacement of the supply flexible cable or cord, or other routine servicing;
- conductors connected by soldering are not considered to be adequately fixed unless they are held in place near to the termination by means such as hooking in, independently of the solder;
- screwless terminals complying with IEC 998-2:2 are considered to provide adequate fixing of the conductor without any additional means;
- wires connected to terminals are not considered to be adequately secured, unless an additional fixing of an appropriate type is provided near to the terminal; in the case of stranded conductors, this additional fixing is to clamp the insulation and not the conductor only;
- short rigid wires are not regarded as liable to come away from a terminal if they remain in position when the terminal screw is loosened.

19.7 Parts connected to accessible metal parts by resistors or capacitors shall be separated from the **hazardous live parts** by **double insulation** or **reinforced insulation**.

*Compliance is checked by the tests for **double insulation** or **reinforced insulation**.*

19.8 Resistors or capacitors connected between **hazardous live parts** and accessible metal parts shall consist of at least two separate components whose impedance is unlikely to change significantly during the lifetime of the transformer. If any one of the components is short-circuited or open-circuited, the values specified in clause 9 shall not be exceeded.

Compliance is checked by inspection and by measurement.

NOTE – Resistors complying with 14.1 of IEC 65 and capacitors complying with IEC 384-14 are considered to be appropriate components. One capacitor complying with the requirements of class Y1 of IEC 384-14 is also considered to be sufficient.

19.9 Insulating material separating **input** and **output windings**, and parts of natural or synthetic rubber used as **supplementary insulation** in **class II transformers**, shall be either resistant to ageing or so arranged and dimensioned that, whatever cracks may occur, **creepage distances** are not reduced below the values specified in clause 26.

Compliance is checked by inspection, by measurement and, in case of doubt concerning the ageing properties of rubber, by the following test.

Les parties de caoutchouc sont vieilles dans une atmosphère d'oxygène sous pression. Les spécimens sont suspendus librement dans une bombe à oxygène, la capacité effective de la bombe étant au moins 10 fois le volume des spécimens. La bombe est remplie d'oxygène commercial pur au moins à 97 %, à une pression de (210^{+7}_0) N/cm².

Les spécimens sont laissés dans la bombe pendant quatre jours (96 h) à une température de (70^{+1}_0) °C. Immédiatement après, ils sont retirés de la bombe et laissés à la température ambiante pendant au moins 16 h, en évitant la lumière du jour.

Après l'essai, les spécimens sont examinés et ne doivent pas présenter de craquelures visibles à l'oeil nu ou à la vision corrigée sans grossissement.

NOTE – En cas de doute sur des matériaux autres que le caoutchouc, un essai spécial peut être réalisé (cf. 14.3 et 26.3).

L'utilisation de la bombe à oxygène présente des dangers, à moins d'être manipulée avec attention. Il convient de prendre toute précaution pour éviter le risque d'une explosion due à une soudaine oxydation.

19.10 Lorsque la protection des **parties actives dangereuses** contre les contacts accidentels est réalisée par revêtement isolant, ce revêtement doit être capable de satisfaire aux essais suivants.

a) Essai de vieillissement

La partie revêtue est soumise aux conditions décrites dans la section un (essai Ba) de la CEI 68-2-2, à une température de (70 ± 2) °C et pendant une durée de sept jours (168 h).

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

b) Essai de choc

La partie est alors conditionnée, pendant une période de 4 h, à une température de (-10 ± 2) °C. Le revêtement étant toujours à cette température, on applique un choc en tout point de la surface susceptible de présenter une faiblesse, au moyen du marteau à ressort selon la CEI 68-2-63 avec l'énergie de $(0,5 \pm 0,05)$ J.

Après cette essai, le revêtement ne doit pas être endommagé; en particulier, il ne doit pas présenter de craquelures visibles à la vision normale ou corrigée sans grossissement.

c) Essai de résistance aux rayures

Enfin, la partie à la température la plus élevée atteinte dans les conditions normales d'emploi est soumise à un essai de rayures. Les rayures sont faites au moyen d'une broche d'acier trempé dont l'extrémité à la forme d'un cône ayant un angle au sommet de 40°, cette pointe étant arrondie suivant un rayon de $(0,25 \pm 0,02)$ mm.

On trace les rayures en déplaçant la broche le long de la surface à une vitesse d'environ 20 mm/s comme indiqué à la figure 4. La charge appliquée à la broche est telle que la force exercée le long de son axe est de $(10 \pm 0,5)$ N. Les rayures sont écartées d'au moins 5 mm et situées à au moins 5 mm du bord du spécimen.

Après cette essai, le revêtement ne doit pas s'être détaché ni être percé, et il doit satisfaire à un essai de rigidité diélectrique conformément à l'article 18, la tension d'essai étant appliquée entre le matériau de base et une feuille métallique en contact avec le revêtement.

NOTE – Les essais peuvent être effectués sur un spécimen séparé de la pièce revêtue

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

La conformité est vérifiée par examen et, si nécessaire, par les prescriptions spécifiées pour l'**isolation supplémentaire**.

Rubber-parts are aged in an atmosphere of oxygen under pressure. The specimens are suspended freely in an oxygen bomb, the effective capacity of the bomb being at least 10 times the volume of the specimens. The bomb is filled with commercial oxygen not less than 97 % pure, to a pressure of (210^{+7}_0) N/cm².

The specimens are kept in the bomb, at a temperature of (70^{+1}_0) °C for four days (96 h). Immediately afterwards, they are taken out of the bomb and left at ambient temperature, avoiding direct daylight, for at least 16 h.

After the test, the specimens are examined and shall show no cracks with normal vision or corrected vision without magnification.

NOTE – In case of doubt with regard to materials other than rubber, a special test may be made (c.f. 14.3 and 26.3).

The use of the oxygen bomb presents some danger, unless handled with care. All precautions should be taken to avoid the risk of explosion due to sudden oxidation.

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

a) Ageing test

The coated part is subjected to the conditions described in section one (test Ba) of IEC 68-2-2, at a temperature of (70 ± 2) °C for a period of seven days (168 h).

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

b) Impact test

The part is then conditioned for a period of 4 h at a temperature of (-10 ± 2) °C. While still at this temperature, the coating is subjected to a blow, applied to any point of the layer that is likely to be weak, from a spring-operated impact hammer according to IEC 68-2-63 with an energy of $(0,5 \pm 0,05)$ J.

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

c) Scratch test

Finally, the part at the highest temperature attained under normal operating conditions is subjected to a scratch test. The scratches are made by means of a hardened steel pin, the end of which has the form of a cone having a top angle of 40°, its tip being rounded with a radius of $(0,25 \pm 0,02)$ mm.

Scratches are made by drawing the pin along the surface at a speed of about 20 mm/s as shown in figure 4. The pin is so loaded that the force exerted along its axis is $(10 \pm 0,5)$ N. The scratches are at least 5 mm apart and at least 5 mm from the edge of the specimen.

After this test, the coating shall neither have loosened nor be pierced, and it shall withstand a dielectric strength test as specified in clause 18, the test voltage being applied between the base material and a metal foil in contact with the layer.

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

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

*Compliance is checked by inspection and, if necessary, by the requirements specified for **supplementary insulation**.*

19.12 Construction des enroulements

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

- un déplacement nuisible des **enroulements primaires** ou **secondaires** ou de leurs spires;
- un déplacement nuisible des conducteurs internes ou des conducteurs pour les connexions externes;
- un déplacement nuisible de parties d'enroulement ou de conducteurs internes en cas de rupture des conducteurs ou de desserrage ces connexions;

La conformité est vérifiée par examen et par les essais de l'article 16.

La dernière spire de chaque enroulement doit être empêchée de se déplacer.

NOTES

1 Des exemples de moyens sûrs sont:

- les rubans adhésifs ou agents de liaison appropriés ou le fretage du conducteur;
- un procédé technique.

2 S'il y a lieu, un **écran de protection** doit, en vue d'éviter des pertes par courant de Foucault dues à la création d'une spire en court-circuit, être tel que ses deux bords ne puissent ni se toucher ni toucher simultanément un noyau de fer.

19.12.2 En cas d'utilisation de rubans crantés comme isolation, il est supposé que les crans des différentes couches coïncideront. Pour la distance à travers l'isolation, les valeurs réduites du tableau 13, du tableau C.1 et du tableau D.1 peuvent être utilisées si une couche supplémentaire de ruban cranté et une couche supplémentaire non crantée placée au niveau des crans sont utilisées.

NOTE 1 – Un exemple est donné dans le dessin en M.2.1 b).

Dans le cas de bobines sans flasques, les spires extrêmes de chaque couche doivent être empêchées de se déplacer.

NOTE 2 – Chaque couche peut, par exemple, être enrobée d'un matériau isolant adéquat s'étendant au-delà des spires extrêmes de chaque couche et, de plus:

- soit le ou les enroulements peuvent être imprégnés d'un matériau durcissant à la chaleur ou figeant à froid, remplissant complètement les intervalles entre spires et scellant de façon efficace les spires extrêmes;
- soit le ou les enroulements peuvent être fixés en totalité au moyen de la matière isolante ou par un procédé technique.

La conformité est vérifiée par examen et par les essais des articles 16, 17 et 18.

19.12.3 Les fils de bobinage isolés dont l'isolation procure une **isolation principale**, **supplémentaire** ou **renforcée** doivent satisfaire aux prescriptions suivantes.

Ces prescriptions supplémentaires sont applicables à tous les types de transformateurs pour l'**isolation principale** ou l'**isolation supplémentaire** prises séparément et aux transformateurs pour alimentations à découpage pour tous les types d'isolations même en combinaison.

NOTE – Des prescriptions supplémentaires sont à l'étude pour appliquer cette technologie à tous les types de transformateurs y compris des combinaisons d'isolations.

Les fils de bobinage isolés constituant les parties bobinées doivent être conformes aux règles suivantes:

- a) lorsque l'isolation du fil de bobinage est utilisée pour procurer une **isolation principale** ou **supplémentaire** sans **isolation** additionnelle interposée dans un composant bobiné:

19.12 Winding construction

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

- undue displacement of **input** or **output windings** or the turns thereof;
- undue displacement of internal wiring or wires for external connections;
- undue displacement of parts of windings or of internal wiring, in the event of rupture of wires or loosening of connections;

Compliance is checked by inspection and by the tests of clause 16.

The last turn of each winding shall be prevented from being displaced.

NOTES

1 Means of prevention may be:

- positive means such as tape, suitable bonding agent, or anchoring the wire,
- or process technology.

2 A **protective screen**, if necessary, in order to prevent eddy current losses due to creation of a short turn, should be so arranged that both edges can neither simultaneously touch each other nor touch an iron core.

19.12.2 Where serrated tape is used as insulation, it is assumed that the serration of the different layers will coincide. For distance through insulation, the reduced values of table 13, table C.1 and table D.1 may be used if one additional layer of serrated tape and one additional layer without serration placed at the location of the serration are used.

NOTE 1 – An example is given in M.2.1 b).

Where cheekless bobbins are used, the end turns of each layer shall be prevented from being displaced.

NOTE 2 – Each layer can, for example, be interleaved with adequate insulation material projecting beyond the end turns of each layer and, moreover:

- either the winding(s) may be impregnated with hard-baking or cold-setting material, substantially filling the intervening spaces and effectively sealing-off the end turns;
- or the winding(s) may be held together by means of insulating material or by process technology.

Compliance is checked by inspection and by the tests of clauses 16, 17, and 18.

19.12.3 Insulated winding wires, the insulation of which provides **basic, supplementary or reinforced insulation**, shall meet the following requirements.

These additional requirements are applicable to all types of transformers for **basic or supplementary insulation** taken separately, and to transformers for switch mode power supplies for all types of insulation even in combination.

NOTE – Additional requirements are under consideration to apply this technology to all types of transformers, including combination of insulation.

Insulated winding wires of wound parts shall meet the following requirements:

- a) where the insulation on the winding wire is used to provide **basic or supplementary insulation** in a wound component without additional interleaved insulation:

- le fil isolé, par exemple polyimide ou isolation de qualité équivalente, doit satisfaire à l'annexe K;
 - l'isolation du conducteur doit être constituée d'au moins deux couches;
- b) lorsque l'isolation du fil de bobinage est utilisée pour procurer une **isolation double** ou **renforcée** dans un composant bobiné:
- le fil isolé, par exemple polyimide ou isolation de qualité équivalente, doit satisfaire à l'annexe K;
 - l'isolation du conducteur doit être constituée d'au moins trois couches;
 - deux fils adjacents isolés sont considérés comme étant séparés par une **double isolation** si l'isolation de chaque conducteur est déterminée pour la **tension locale**;
- c) le constructeur doit faire la preuve que le fil du composant terminé a été soumis à 100 % à l'essai de rigidité diélectrique en production selon K.3.

Pour les enroulements procurant l'**isolation double** ou **renforcée** les essais supplémentaires suivants doivent être effectués et les prescriptions suivantes respectées:

- essai de cycles thermiques selon 14.3;
- essai selon 27.3 – Résistance à la chaleur, à la chaleur anormale, au feu et aux courants de cheminement;
- dans la case 2) c) du tableau 13, du tableau C.1 et du tableau D.1 aucune valeur n'est exigée.

19.13 Les poignées, les leviers de manoeuvre et organes analogues doivent être fixés de façon sûre de sorte qu'ils ne se desserrent pas par suite d'échauffements, de vibrations, etc., susceptibles de se produire en usage normal.

La conformité est vérifiée par examen et par les essais des articles 14 et 16.

19.14 Les capots destinés à assurer une protection contre les chocs électriques doivent être solidement fixés. La fixation doit être réalisée par au moins deux moyens indépendants, l'un d'eux au moins nécessitant l'emploi d'un **outil**.

La conformité est vérifiée par examen et par essai à la main.

NOTES

- 1 Le capot peut comporter un moyen, tel qu'une rainure ou un bossage, qui constitue l'un des moyens de fixation requis.
- 2 Des vis peuvent être utilisées comme moyens nécessitant l'emploi d'un **outil**, mais des écrous ou vis moletés, même s'ils sont pourvus de dispositifs pour le scellement, ne conviennent pas.

19.15 Les transformateurs pourvus de broches destinées à être introduites dans des socles de prise de courant fixes ne doivent pas exercer de contraintes exagérées sur ces socles.

La conformité est vérifiée en introduisant le transformateur dans les conditions normales d'emploi dans un socle fixe conforme à la CEI 83, le socle étant tourné autour d'un axe horizontal passant par les axes des alvéoles à une distance de 8 mm en arrière de la surface d'engagement du socle.

Le couple de torsion supplémentaire qui doit être appliqué au socle pour maintenir la surface d'engagement dans le plan vertical ne doit pas dépasser 0,25 Nm.

19.16 Les **transformateurs mobiles** de **puissance assignée** inférieure ou égale à 200 VA doivent être soit des **transformateurs ordinaires** soit avoir un indice de protection IP20 ou plus. Pour les **transformateurs ordinaires** et les transformateurs d'indice de protection IPX0, il doit être précisé que ces transformateurs sont destinés à un usage à l'intérieur exclusivement.

- the insulated wire (for example polyimide or insulation of equivalent quality) shall comply with annex K;
 - the insulation of the conductor shall consist of at least two layers;
- b) where the insulation on the winding wire is used to provide **double** or **reinforced insulation** in a wound part:
- the insulated wire (for example polyimide or insulation of equivalent quality) shall comply with annex K;
 - the insulation of the conductor shall consist of at least three layers;
 - two adjacent insulated wires that are adjacent to each other are considered to be separated by **double insulation** if the insulation of each conductor is rated for the **working voltage**;
- c) the manufacturer shall demonstrate that the wire in the finished component has been subjected to 100 % routine dielectric strength test as in K.3.

For windings giving **double** or **reinforced insulation**, the following additional tests and requirements shall be fulfilled:

- thermal cycling test in accordance with 14.3;
- test from 27.3 – Resistance to heat, abnormal heat, fire and tracking;
- in table 13, table C.1 and table D.1, box 2) c), no value is required.

19.13 Handles, operating levers and the like shall be fixed in a reliable manner so that they will not become loose as a result of heating, vibration, etc. which may occur in normal use.

Compliance is checked by inspection and by the tests of clauses 14 and 16.

19.14 Covers providing protection against electric shock shall be securely fixed. The fixing shall be achieved by at least two independent means, one of which at least requires the use of a **tool**.

Compliance is checked by inspection and by manual test.

NOTES

- 1 The cover may incorporate a means, such as a notch or a rim, which forms one of the required fixing means.
- 2 Screws may be used as means requiring the use of a **tool**, but knurled nuts or screws, even if they have provision for sealing, are not suitable.

19.15 Transformers provided with pins intended to be introduced into fixed socket-outlets shall not impose undue strain on these socket-outlets.

Compliance is checked by inserting the transformer, as in normal use, into a fixed socket-outlet complying with IEC 83, the socket-outlet being pivoted about the horizontal axis through the central lines of the contact tubes at a distance of 8 mm behind the engagement face of the socket-outlet.

The additional torque which has to be applied to the socket-outlet to maintain the engagement face in the vertical plane shall not exceed 0,25 Nm.

19.16 **Portable transformers** with a **rated output** not exceeding 200 VA shall either be an **ordinary transformer** or have a protection index IP20 or higher. For **ordinary transformers** and transformers having a protection index of IPX0, it shall be stated in the instructions for use that such transformers are only intended for indoor use.

Les **transformateurs mobiles** de **puissance assignée** supérieure à 200 VA mais ne dépassant pas 2,5 kVA pour les transformateurs monophasés ou 6,3 kVA pour les transformateurs polyphasés doivent être d'indice de protection IPX4 ou plus.

Les **transformateurs mobiles** de **puissance assignée** supérieure à 2,5 kVA pour les transformateurs monophasés ou 6,3 kVA pour les transformateurs polyphasés doivent avoir un indice de protection IP21 ou plus.

19.17 Les transformateurs d'indice de protection IPX1 jusqu'à IPX6 inclus doivent avoir un orifice d'écoulement d'au moins 5 mm de diamètre ou d'une surface de 20 mm² et d'une largeur d'au moins 3 mm.

La présence d'orifices d'évacuation n'est pas exigée si le transformateur est complètement rempli de matière isolante, enroulements et noyau compris.

Les transformateurs d'indice de protection IPX7 ou plus doivent être complètement fermés lorsqu'ils sont installés de façon normale.

19.18 Les transformateurs d'indice de protection supérieur à IPX1 doivent être fournis avec une fiche moulée, s'il y a lieu.

19.19 Les **transformateurs de classe I** conçus pour être raccordés au moyen d'un câble souple doivent être fournis avec un câble souple non démontable muni d'un conducteur de terre et d'une fiche avec contact de terre.

La conformité aux prescriptions de 19.16 à 19.19 est vérifiée par examen, par des mesures et par les essais de 17.1

19.20 Les **parties actives** des circuits **TBTS** et **TBTP** doivent être séparés électriquement entre elles et par rapport aux autres circuits. Des dispositions doivent assurer une séparation électrique non inférieure à la séparation entre les **circuits primaires** et **secondaires** d'un **transformateur de sécurité** en prenant en compte la **tension locale** correspondante.

NOTES

1 Cette prescription n'exclut pas la connexion des circuits **TBTP** à la terre.

2 En particulier, une séparation électrique au moins équivalente à celle prévue entre les **enroulements primaires** et secondaires d'un **transformateur de sécurité** est nécessaire dans les matériels électriques tels que les relais, les contacteurs, les interrupteurs auxiliaires et une partie quelconque d'un circuit de tension plus élevée.

*La conformité est vérifiée par le respect de 19.20.1 pour les circuits **TBTS** et 19.20.2 pour les circuits **TBTP**.*

19.20.1 Les **parties actives** des circuits **TBTS** ne doivent être ni raccordées à la terre ni à des **parties actives** ni à des conducteurs de protection appartenant à d'autres circuits.

Les **masses** des matériels électriques des circuits **TBTS** ne doivent être reliées intentionnellement:

- ni à la terre;
- ni à des conducteurs de protection ou à des **masses** d'autres installations;
- ni à des éléments conducteurs étrangers; toutefois, pour les matériels qui, de par leur disposition, sont forcément reliés à des éléments conducteurs étrangers, la présente mesure reste valable si l'on peut être certain que ces parties ne peuvent être portées à un potentiel supérieur à la tension nominale définie pour la **TBTS**.

NOTE – Si des **masses** des circuits **TBTS** sont susceptibles de se trouver en contact soit fortuitement soit intentionnellement avec des **masses** d'autres circuits, la protection contre les chocs électriques ne repose plus sur la seule mesure de protection par **TBTS**, mais sur les mesures de protection dont ces dernières **masses** font l'objet.

Portable transformers having a **rated output** exceeding 200 VA but not exceeding 2,5 kVA for single-phase transformers, or not exceeding 6,3 kVA for polyphase transformers, shall have a protection index IPX4 or higher.

Portable transformers having a **rated output** exceeding 2,5 kVA for single-phase transformers, or exceeding 6,3 kVA for polyphase transformers, shall have a protection index IP21 or higher.

19.17 Transformers having a protection index from IPX1 up to and including IPX6 shall have an effective drain hole at least 5 mm in diameter or 20 mm² in area, with a width of at least 3 mm.

The drain hole is not required if the transformer, including winding and core, is completely filled with insulating materials.

Transformers having a protection index IPX7 or higher shall be totally enclosed when installed in the correct manner.

19.18 Transformers having a protection index higher than IPX1 shall be provided with a moulded-on plug, if any.

19.19 **Class I transformers** designed for connection by means of a flexible cable or cord, shall be provided with a non-detachable flexible cable or cord with earthing conductor and a plug with earthing contact.

Compliance with the requirements of 19.16 to 19.19 is checked by inspection, by measurement, and by the tests of 17.1.

19.20 **Live parts** of **SELV-** and **PELV-circuits** shall be electrically separated from each other and from other circuits. Arrangements shall ensure electrical separation not less than between the input and the **output circuit** of a **safety isolating transformer**, taking the relevant **working voltage** into account.

NOTES

- 1 This requirement does not exclude the connection of **PELV-circuit** to earth.
- 2 In particular, electrical separation not less than that provided between the **input** and the **output windings** of a **safety isolating transformer** is necessary between the **live parts** of electrical equipment such as relays, contactors, auxiliary switches, and any part of higher voltage circuit.

*Compliance is checked by compliance with 19.20.1 for **SELV-circuits** and 19.20.2 for **PELV-circuits**.*

19.20.1 **Live parts** of **SELV-circuits** shall not be connected to earth, to **live parts**, or protective conductors forming part of other circuits.

Exposed conductive parts of **SELV-circuits** shall not intentionally be connected to:

- earth; or
- protective conductors or exposed conductive parts of another circuit; or
- extraneous conductive parts, except where electrical equipment is inherently required to be connected to extraneous conductive parts, and it is ensured that those parts cannot attain a voltage exceeding the nominal voltage specified for **SELV**.

NOTE – If the exposed conductive parts of **SELV-circuits** are liable to come into contact, either fortuitously or intentionally, with the exposed conductive parts of other circuits, protection against electric shock no longer depends solely on protection by **SELV**, but also on the protective measures to which the latter exposed conductive parts are subjected.

Lorsque la tension nominale est supérieure à 25 V en courant alternatif ou 60 V en courant continu lissé, la protection contre les contacts directs doit être assurée: par une isolation pouvant supporter une tension d'essai définie au tableau 8 pour l'**isolation double ou renforcée**.

Lorsque la tension nominale n'est pas supérieure à 25 V en courant alternatif ou 60 V en courant continu lissé, aucune protection contre les contacts directs n'est en général nécessaire; toutefois elle peut être nécessaire pour certaines conditions d'influences externes (voir la partie 2 appropriée).

19.20.2 Pour les circuits **TBTP**, les prescriptions suivantes doivent être satisfaites.

La protection contre les contacts directs doit être assurée:

- par une isolation pouvant supporter une tension d'essai définie au tableau 8 pour l'**isolation double ou renforcée**.

NOTE – Cette prescription impose que les circuits **TBTP** soient isolés même pour des tensions au dessous de 25 V en courant alternatif ou 60 V en courant continu lissé, sauf pour les **parties actives** directement reliées à la terre.

19.21 Pour les circuits **TBTF**, les mesures supplémentaires suivantes doivent être prises en compte pour assurer aussi bien la protection contre les contacts directs que la protection contre les contacts indirects.

NOTE – Ces conditions peuvent, par exemple, être assurées lorsque le circuit comporte des matériels (tels que transformateurs, relais, télerupteurs, contacteurs) ne présentant pas un isolement suffisant par rapport à des circuits à tension plus élevée.

Une protection contre les contacts indirects doit être assurée par une isolation correspondant à la tension d'essai minimale requise pour le **circuit primaire**.

19.22 Les **transformateurs de classe II** ne doivent pas comporter de borne de mise à la terre de protection.

Toutefois, un **transformateur fixe** de classe II destiné au repiquage peut avoir une borne interne assurant la continuité du conducteur de terre mais qui n'est pas connectée au transformateur, à condition que la borne soit isolée par une isolation de classe II des parties métalliques accessibles.

La conformité est vérifiée par examen.

19.23 Les **transformateurs de classe III** ne doivent pas comporter de borne de mise à la terre de protection.

La conformité est vérifiée par examen.

20 Composants

20.1 Les composants, tels que les interrupteurs, fiches de prises de courant, coupe-circuit à fusible, douilles de lampes, condensateurs et câbles souples doivent être conformes aux normes correspondantes de la CEI dans la mesure où elles s'appliquent.

Les connecteurs pour l'alimentation doivent être conformes à la CEI 320 pour les transformateurs d'indice de protection IPX0 et à la CEI 309 pour les autres transformateurs.

Les dispositifs de commande automatiques doivent être conformes à la CEI 730-1 à moins qu'ils ne soient essayés avec l'appareil.

If the nominal voltage exceeds 25 V a.c. or 60 V ripple-free d.c., protection against direct contact shall be provided by insulation capable of withstanding a test voltage for **double** or **reinforced insulation** according to table 8.

If the nominal voltage does not exceed 25 V a.c. or 60 V ripple-free d.c., protection against direct contact is generally unnecessary. However, it may be necessary under certain conditions of external influences (see relevant part 2).

19.20.2 For **PELV-circuits**, the following requirements shall be fulfilled.

Protection against direct contact shall be ensured by insulation capable of withstanding a test voltage for **double** or **reinforced insulation** according to table 8.

NOTE – This requirement implies that **PELV-circuits** have to be insulated even for voltages below 25 V a.c. or 60 V ripple-free d.c. Exempted are **live parts** directly connected to earth.

19.21 For **FELV-circuits**, the following requirements shall be fulfilled to ensure protection against both direct and indirect contact.

NOTE – Such conditions may, for example, be ensured when the circuit contains equipment (such as transformers, relays, remote-control switches, contactors) insufficiently insulated with respect to circuits at higher voltages.

Protection against indirect contact shall be provided by insulation corresponding to the minimum test voltage required for the primary circuit.

19.22 **Class II transformers** shall not be provided with means for protective earthing.

However, a fixed **class II transformer** intended for looping-in may have an internal terminal for maintaining the electrical continuity of an earthing conductor not terminating in the transformer, provided that the terminal is insulated from the accessible metal parts by class II insulation.

Compliance is checked by inspection.

19.23 **Class III transformers** shall not be provided with means for protective earthing.

Compliance is checked by inspection.

20 Components

20.1 Components such as switches, plugs, fuses, lampholders, capacitors and flexible cables and cords shall comply with the relevant IEC standard as far as it reasonably applies.

Appliance couplers for mains supply shall comply with IEC 320 for IPX0 transformers and IEC 309 for other transformers.

Automatic controls shall comply with IEC 730-1 unless they are tested with the appliance.

Les **protecteurs thermiques** doivent être conformes à la CEI 691 dans la mesure où elle s'applique.

Les interrupteurs doivent être conformes à la CEI 1058 comme énoncé à l'annexe F.

L'essai de ces composants est effectué en général séparément, conformément aux normes les concernant et comme suit:

- *on vérifie que les composants marqués de leurs caractéristiques assignées conviennent pour les conditions susceptibles de se produire dans le transformateur, y compris pour les courants d'appel. Le composant est alors essayé conformément à son marquage, le nombre de spécimens à essayer étant celui prescrit par la norme correspondante;*
- *les composants qui ne sont pas marqués de leurs caractéristiques assignées sont essayés dans les conditions qui se présentent dans le transformateur, y compris le cas des courants d'appel, le nombre de spécimens à essayer étant, en général, celui prescrit par la norme correspondante;*
- *lorsqu'il n'existe pas de norme CEI pour le composant correspondant ou lorsque le composant n'est pas marqué ou qu'il n'est pas utilisé conformément à son marquage, le composant est essayé pour les conditions se présentant dans le transformateur, le nombre de spécimens étant, en général, celui requis pour une spécification analogue.*

NOTE – Les fusibles suivant la CEI 127 et la CEI 269 peuvent supporter de façon continue un courant ne dépassant pas 1,1 fois leur courant assigné.

Les composants incorporés dans ou fournis avec le transformateur sont soumis à tous les essais de la présente norme en tant que partie du transformateur.

La conformité aux normes de la CEI pour le composant correspondant ne garantit pas nécessairement la conformité aux prescriptions de la présente norme.

20.2 Les interrupteurs destinés à séparer un transformateur de son alimentation doivent être à coupure omnipolaire et leur distance de séparation des contacts doit être d'au moins 3 mm sur chaque pôle.

Les prescriptions relatives à la coupure omnipolaire et à la distance de séparation des contacts ne s'appliquent pas aux transformateurs destinés à être reliés au moyen d'un câble souple et d'une fiche ou aux transformateurs accompagnés d'une notice d'instructions prescrivant que de tels dispositifs de séparation doivent être prévus dans le câblage fixe.

La conformité est vérifiée par examen.

20.3 Les socles de prise de courant dans le **circuit secondaire** doivent être tels qu'il n'y ait pas de compatibilité dangereuse entre un tel socle de prise de courant et une fiche prévue pour une connexion directe à un socle de prise de courant qui pourrait être utilisé sur le **circuit primaire** au regard des règles d'installation, des tensions et des fréquences.

Les fiches et les socles de prise de courant pour la **TBTS** doivent être conformes aux prescriptions de la CEI 906-3.

Les fiches et les socles de prise de courant pour les systèmes **TBTP** doivent être conformes aux prescriptions suivantes:

- les fiches ne doivent pas pouvoir entrer dans des socles de prise de courant d'autres systèmes de tensions normalisées;
- les socles de prise de courant ne doivent pas admettre des fiches d'autres systèmes de tensions normalisées;
- les socles de prise de courant ne doivent pas avoir de contact de terre de protection.

NOTE – Cela n'exclut pas l'utilisation d'un socle de prise de courant incorporant un contact de liaison fonctionnel.

Thermal-links shall comply with IEC 691 as far as reasonable.

Switches shall comply with IEC 1058 as stated in annex F.

The testing of these components is, in general, carried out separately, according to the relevant standard, as follows:

- components marked with individual ratings are checked to establish that they suit the conditions which may occur in the transformer, including inrush current. The component is then tested in accordance with its marking, the number of specimens being that required by the relevant standard;*
- components not marked with individual ratings are tested under the conditions occurring in the transformer, including inrush current, the number of specimens being, in general, that required by the relevant standard;*
- where no IEC standard exists for the relevant component, or where the component is not marked, or where the component is not used in accordance with its marking, the component is tested under the conditions occurring in the transformer; the number of specimens being, in general, that required by a similar specification.*

NOTE – Fuses according to IEC 127 and IEC 269 are allowed to be continuously loaded by a current not exceeding 1,1 times the rated value.

Components incorporated in or supplied with the transformers are subjected to all tests of this standard as part of the transformer.

Compliance with the IEC standard for the relevant component does not necessarily ensure compliance with the requirements of this standard.

20.2 Switches intended to disconnect the transformer from the supply shall disconnect all poles and shall have a contact separation of at least 3 mm in each pole.

The requirements with regard to all-pole disconnection and contact separation do not apply to transformers which are intended to be connected to the supply by means of a flexible cable or cord and a plug, or to transformers accompanied by an instruction sheet stating that such means for disconnection shall be incorporated in the fixed wiring.

Compliance is checked by inspection.

20.3 Socket-outlets in the **output circuit** shall be such that there is no dangerous compatibility between such a socket-outlet and a plug intended for direct connection to a socket-outlet which could be used for the **input circuit** in relation to installation rules, voltages and frequencies.

Plugs and socket-outlets for **SELV** shall comply with the requirements of IEC 906-3.

Plugs and socket-outlets for **PELV** systems shall comply with the following requirements:

- plugs shall not be able to enter socket-outlets of other standardized voltage systems;
- socket-outlets shall not admit plugs of other standardized voltage systems;
- socket-outlets shall not have a protective earthing contact.

NOTE – This does not preclude the use of socket-outlets incorporating functional bonding contact.

Les fiches et les socles de prise de courant pour les systèmes **TBTF** doivent être conformes aux prescriptions suivantes:

- les fiches ne doivent pas pouvoir entrer dans des socles de prise de courant d'autres systèmes de tensions normalisées;
- les socles de prise de courant ne doivent pas admettre des fiches d'autres systèmes de tensions normalisées.

La conformité est vérifiée par examen et par un essai à la main.

20.4 Les **coupe-circuit thermiques**, les **relais à maximum de courant**, les fusibles et les autres dispositifs de protection contre les surcharges doivent avoir un pouvoir de coupure suffisant.

La conformité est vérifiée par l'essai applicable de 20.5 ou 20.6.

20.5 Les **coupe-circuit thermiques** doivent respecter l'une des prescriptions suivantes.

20.5.1 Les **coupe-circuit thermiques** lorsqu'ils sont essayés comme un composant séparé, doivent respecter les prescriptions et les essais de la CEI 730-1 dans la mesure où elle s'applique.

Pour les besoins de la présente norme ce qui suit s'applique.

- a) Les **coupe-circuit thermiques** doivent être du type 1 ou du type 2 (voir 6.4 de la CEI 730-1).
- b) Les **coupe-circuit thermiques** doivent avoir au moins une micro-coupure (type 2B) (voir 6.4.3.2 et 6.9.2 de la CEI 730-1).
- c) Les **coupe-circuit thermiques** doivent avoir un mécanisme à déclenchement libre n'empêchant pas l'ouverture de ses contacts tant que le défaut persiste (type 2E) (voir 6.4.3.5 de la CEI 730-1).
- d) Le nombre de cycles d'action automatique doit être:
 - 3000 cycles pour les **coupe-circuit thermiques à réenclenchement automatique**,
 - 300 cycles pour les **coupe-circuit thermiques** à réenclenchement non automatique et qui sont réarmés quand le transformateur est déconnecté et pour les **coupe-circuit thermiques** qui peuvent être réarmés manuellement sans l'aide d'un **outil** pour atteindre le dispositif de réarmement (voir 6.11.10 de la CEI 730-1);
 - 30 cycles pour les **coupe-circuit thermiques sans réenclenchement automatique** et qui ne peuvent être réarmés manuellement sans l'aide d'un **outil** pour atteindre le dispositif de réarmement (voir 6.11.11 de la CEI 730-1).
- e) Les **coupe-circuit thermiques** doivent être essayés comme étant destinés à une longue période de contraintes électriques au travers des parties isolantes (voir 6.14.2 de la CEI 730-1).
- f) Les caractéristiques des **coupe-circuit thermiques** en ce qui concerne:
 - les caractéristiques assignées des **coupe-circuit thermiques** (voir article 5 de la CEI 730-1);
 - la classification des **coupe-circuit thermiques** selon:
 - 1) la nature de l'alimentation (voir 6.1 de la CEI 730-1),
 - 2) le type de charge associé (voir 6.2 de la CEI 730-1),
 - 3) le degré de protection procuré par les **enveloppes** contre la pénétration des corps solides et de poussières (voir 6.5.1 de la CEI 730-1),
 - 4) le degré de protection procuré par les **enveloppes** contre les effets nuisibles dus à la pénétration de l'eau (voir 6.5.2 de la CEI 730-1),

Plugs and socket-outlets for **FELV** systems shall comply with the following requirements:

- plugs shall not be able to enter socket-outlets of other standardized voltage systems; and
- socket-outlets shall not admit plugs of other standardized voltage systems;

Compliance is checked by inspection and by manual test.

20.4 **Thermal cut-outs, overload releases**, fuses and other overload protecting devices shall have adequate breaking capacity.

Compliance is checked by the relevant test of 20.5 or 20.6.

20.5 **Thermal cut-outs** shall meet one of the following requirements.

20.5.1 The **thermal cut-out** when tested as a separate component shall comply with the requirements and tests of IEC 730-1 as far as applicable.

For the purpose of this standard the following applies.

- a) The **thermal cut-out** shall be of type 1 or type 2 (see 6.4 of IEC 730-1).
- b) The **thermal cut-out** shall have at least micro-disconnection (type 2B) (see 6.4.3.2 and 6.9.2 of IEC 730-1).
- c) The **thermal cut-out** shall have a trip free mechanism in which contacts cannot be prevented from opening against a continuation of a fault (type 2E) (see 6.4.3.5 of IEC 730-1).
- d) The number of cycles of automatic action shall be:
 - 3000 cycles for **thermal cut-outs with self-resettable reset**;
 - 300 cycles for **thermal cut-outs that are non-self-resettable**, and which are reset when the transformer is disconnected, and for **thermal cut-outs** which can be reset by hand without the use of a **tool** to reach the reset (see 6.11.10 of IEC 730-1);
 - 30 cycles for **thermal cut-outs** with no automatic reset, and which cannot be reset by hand without the use of a **tool** to reach the reset (see 6.11.11 of IEC 730-1).
- e) The **thermal cut-out** shall be tested as designed for a long period of electrical stress across insulating parts (see 6.14.2 of IEC 730-1).
- f) The characteristics of the **thermal cut-out** with regard to:
 - the ratings of the **thermal cut-out** (see clause 5 of IEC 730-1);
 - the classification of the **thermal cut-out** according to:
 - 1) nature of supply (see 6.1 of IEC 730-1),
 - 2) type of load to be controlled (see 6.2 of IEC 730-1),
 - 3) degree of protection provided by **enclosures** against ingress of solid objects and dust (see 6.5.1 of IEC 730-1),
 - 4) degree of protection provided by **enclosures** against harmful ingress of water (see 6.5.2 of IEC 730-1),

- 5) le type de **pollution** pour lequel les **coupe-circuit thermiques** sont convenables (voir 6.5.3 de la CEI 730-1),
- 6) la valeur de l'indice de résistance au cheminement pour lequel les **coupe-circuit thermiques** sont convenables (voir 6.13 de la CEI 730-1),
- 7) la limite de température ambiante maximale (voir 6.7 de la CEI 730-1)

doivent être appropriés pour l'application dans l'appareil dans les conditions normales de fonctionnement et dans les conditions de défaut.

20.5.2 Les **coupe-circuit thermiques** lorsqu'il sont essayés en tant que partie du transformateur doivent:

- avoir au moins une micro-coupure selon la CEI 730-1 supportant une tension d'essai selon 13.2 de la CEI 730-1;
- avoir un mécanisme à déclenchement libre n'empêchant pas l'ouverture de ses contacts tant que le défaut persiste;
- être vieillis pendant 300 h à une température correspondant à la température ambiante du coupe-circuit thermique quand le transformateur fonctionne sous ses conditions normales à une température ambiante de 35 °C ou, s'il y a lieu, $t_a + 10$ °C;
- être soumis à un nombre de cycles d'action automatique comme spécifié en 20.5.1 pour les **coupe-circuit thermiques** essayés comme un composant indépendant, en établissant la ou les conditions de défaut adéquates.

Les essais sont réalisés sur trois échantillons.

La conformité est vérifiée par examen et par les essais spécifiés dans l'ordre indiqué.

Pendant ces essais, aucun arc permanent ne doit se produire et il ne doit pas y avoir d'autres dommages provenant d'autres causes.

*Après l'essai, le **coupe-circuit thermique** ne doit pas présenter de dommage au sens de la présente norme, en particulier, il ne doit pas présenter de détérioration de son **enveloppe**, aucune réduction des **distances d'isolement** et des **lignes de fuite** et aucune perte de connections électriques ou de moyens de fixation mécanique.*

20.5.3 Une résistance CTP de type chauffage indirect est considérée dans cette norme comme un **coupe-circuit thermique** à réenclenchement non automatique.

La conformité est vérifiée par l'essai suivant:

*Le transformateur est connecté pendant 48 h (deux jours) à 1,1 fois la **tension primaire assignée** avec les bornes secondaires en court-circuit.*

- Après 48 h, le transformateur doit être ramené approximativement à température ambiante. Cet essai doit être réalisé cinq fois à la température ambiante maximale déclarée pour le transformateur.
- Le même cycle d'essai doit être répété mais à 0,9 fois la **tension primaire assignée** et à la température ambiante minimale déclarée pour le transformateur.

Pendant la partie du cycle où le transformateur est chargé, la CTP doit fonctionner et rester en position haute impédance jusqu'à ce que l'alimentation soit coupée. A la fin de l'essai, le transformateur doit résister à l'essai de l'article 18, ne doit pas présenter de dommage et doit assurer correctement sa fonction au sens de cette norme.

20.6 Les **protecteurs thermiques** doivent respecter l'une des prescriptions suivantes.

20.6.1 Les **protecteurs thermiques** lorsqu'ils sont essayés comme un composant séparé, doivent respecter les prescriptions et les essais de la CEI 691.

- 5) **pollution** situation for which the **thermal cut-out** is suitable (see 6.5.3 of IEC 730-1),
- 6) comparative tracking index for which the **thermal cut-out** is suitable (see 6.13 of IEC 730-1),
- 7) maximum ambient temperature limit (see 6.7 of IEC 730-1)

shall be appropriate for the application in the apparatus under normal operating conditions and under fault conditions.

20.5.2 The **thermal cut-out** when tested as a part of the transformer shall:

- have at least micro-disconnection according to IEC 730-1 withstanding a test voltage according to 13.2 of IEC 730-1;
- have a trip free mechanism in which contacts cannot be prevented from opening against a continuation of a fault;
- be aged for 300 h at a temperature corresponding to the ambient temperature of the **thermal cut-out** when the transformer is operated under normal operating conditions at an ambient temperature of 35 °C or, where relevant, $t_a + 10$ °C;
- be subjected to a number of cycles of automatic action as specified under 20.5.1 for **thermal cut-outs** tested as a separate component, by establishing the relevant fault condition(s).

The tests are carried out on three samples.

Compliance is checked by inspection and by the specified tests in the given order.

During these tests, no sustained arcing shall occur, and there shall be no damage from other causes.

*After the test, the **thermal cut-out** shall show no damage in the sense of this standard; in particular, it shall show no deterioration of its **enclosure**, no reduction of **clearances** and **creepage distances**, and no loosening of electrical connections or mechanical fixing.*

20.5.3 A PTC resistor of the indirect heating type is considered in this standard as a **non-self-resetting thermal cut-out**.

Compliance is checked by the following test:

The transformer is connected for 48 h (two days) at 1,1 times the rated input voltage with the output terminals short-circuited.

- *After 48 h, the transformer shall be allowed to cool down to approximately ambient temperature; this test shall be repeated five times at the maximum ambient temperature declared for the transformer.*
- *The same test cycles shall be repeated but at 0,9 times the rated input voltage and the minimum ambient temperature declared for the transformer.*

During the part of the cycle where the transformer is under load, the PTC shall operate and stay in high impedance position until the supply is switched off. At the end of the test, the transformer shall withstand the test of clause 18, shall show no damage, and shall work correctly in the sense of this standard.

20.6 **Thermal-links** shall meet one of the following requirements.

20.6.1 The **thermal-link**, when tested as a separate component, shall comply with the requirements and tests of IEC 691.

Si le **protecteur thermique** est essayé selon la CEI 691, ce qui suit s'applique:

Ses caractéristiques en ce qui concerne:

- les conditions ambiantes (voir 6.1 de la CEI 691);
- les conditions de circuit (voir 6.2 de la CEI 691);
- les caractéristiques assignées des **protecteurs thermiques** (voir 8 b) de la CEI 691);
- l'aptitude pour l'étanchéité ou l'utilisation avec des fluides d'imprégnation ou des solvants de nettoyage (voir 8 c) de la CEI 691)

doivent être appropriées pour l'application dans l'appareil dans les conditions normales de fonctionnement et dans les conditions de défaut.

La conformité est vérifiée selon la spécification d'essai de la CEI 691, par examen et par des mesures.

20.6.2 Les **protecteurs thermiques** lorsqu'ils sont essayés en tant que partie du transformateur:

- doivent être vieillis pendant 300 h à la température correspondant à la température ambiante du **protecteur thermique** quand le transformateur fonctionne dans les conditions normales à une température ambiante de 35 °C ou, s'il y a lieu, $t_a + 10$ °C,
- doivent être soumis à une ou des conditions de défaut du transformateur qui font fonctionner le **protecteur thermique**. Pendant cet essai, aucun arc permanent et aucun dommage au sens de cette norme ne doivent se produire,
- doivent être capables de résister à deux fois la tension au travers de la coupure et avoir une résistance d'isolement d'au moins 0,2 MΩ lorsqu'elle est mesurée avec une tension égale à deux fois la tension au travers de la coupure.

L'essai est réalisé 10 fois; aucune défaillance n'est autorisée.

Le **protecteur thermique** est remplacé, partiellement ou complètement, après chaque essai.

Quand le **protecteur thermique** n'est pas interchangeable, l'essai est réalisé sur trois nouveaux échantillons.

La conformité est vérifiée par examen et par les essais spécifiés dans l'ordre indiqué.

20.7 Les dispositifs à réenclenchement automatique ne doivent pas être utilisés, à moins qu'il ne soit certain que leur fonctionnement n'entraînera aucun danger mécanique, électrique ou autre.

La conformité est vérifiée par examen.

20.8 Les **coupe-circuit thermiques** qui peuvent être remis en service par une opération de soudage ne doivent pas être utilisés comme protection contre les surcharges.

La conformité est vérifiée par examen.

20.9 Les dispositifs de protection contre les surcharges ne doivent pas fonctionner lors de l'application de la tension d'alimentation.

La conformité est vérifiée par l'essai suivant.

*Le transformateur est alimenté à vide sous une tension égale à 1,06 fois la **tension primaire assignée**. La tension d'alimentation est alors supprimée puis rétablie 20 fois à des intervalles de temps de 10 s environ.*

If the **thermal-link** is tested according to IEC 691, the following applies:

Its characteristics with regard to:

- the ambient conditions (see 6.1 of IEC 691);
- the circuit conditions (see 6.2 of IEC 691);
- the ratings of the **thermal-link** (see 8 b) of IEC 691);
- the suitability for sealing in, or use with, impregnating fluids or cleaning solvents (see 8 c) of IEC 691);

shall be appropriate for the application in the apparatus under normal operating conditions and under short-circuit and overload conditions.

Compliance is checked according to the test specification of IEC 691, by inspection and measurement.

20.6.2 The **thermal-link** when tested as a part of the transformer:

- shall be aged for 300 h at a temperature corresponding to the ambient temperature of the **thermal-link** when the transformer is operated under normal operating conditions at an ambient temperature of 35 °C or, where relevant, $t_a + 10$ °C;
- shall be subjected to those fault condition(s) of the transformer which cause the **thermal-link** to operate. During the test, no sustained arcing and no damage in the sense of this standard shall occur;
- shall be capable of withstanding two times the voltage across the disconnection, and have an insulation resistance of at least 0,2 MΩ when measured with a voltage equal to two times the voltage across the disconnection.

The test is made 10 times; no failure is allowed.

The **thermal-link** is replaced, partially or completely, after each test.

Where the thermal link is not replaceable, the test is made on three new specimens.

Compliance is checked by inspection and by specified tests in the given order.

20.7 Self-resetting devices shall not be used unless it is certain that there will be no hazards, mechanical, electrical or otherwise, resulting from their operation.

Compliance is checked by inspection.

20.8 **Thermal cut-outs** intended to be reset by a soldering operation shall not be used for overload protection.

Compliance is checked by inspection.

20.9 Overload protection devices shall not operate when the supply voltage is switched on.

Compliance is checked by the following test.

*The transformer, with no load, is connected to a voltage equal to 1,06 times **rated supply voltage**. The supply voltage is then switched on and off 20 times at intervals of approximately 10 s.*

La source d'alimentation doit être telle qu'il ne se produise pas de chute de tension appréciable résultant des courants d'appel.

21 Conducteurs internes

21.1 Les conducteurs internes et les connexions électriques entre différentes parties du transformateur doivent être protégés ou enfermés de façon appropriée.

Les emplacements où passent les conducteurs doivent être lisses et exempts de bords tranchants, bavures, éclats etc., qui peuvent endommager l'isolation des conducteurs.

21.2 Les orifices pratiqués dans les parois métalliques pour le passage des câbles isolés doivent avoir des bords arrondis, de rayon au moins égal à 1,5 mm ou être pourvus de traversées en matière isolante.

21.3 Les conducteurs nus doivent être fixés de façon que leurs distances mutuelles et leurs distances par rapport à l'**enveloppe** soient maintenues de façon appropriée.

La conformité aux prescriptions de 21.1 à 21.3 est vérifiée par examen.

21.4 Les conducteurs internes ne doivent pas prendre de jeu lors du raccordement de conducteurs externes aux bornes primaires ou secondaires.

La conformité est vérifiée par examen et par l'essai de 23.3.

21.5 Les conducteurs isolés qui, en usage normal, sont soumis à un échauffement dépassant les valeurs limites indiquées en 14.2 doivent comporter une isolation en matière résistant à la chaleur et non hygroscopique, si la conformité à la présente norme risque d'être compromise par la détérioration de l'isolation.

La conformité est vérifiée par examen et, si nécessaire, par des essais supplémentaires; l'échauffement est déterminé pendant l'essai de 14.2.

22 Raccordement à l'alimentation et câbles souples externes

22.1 Tous les câbles, câbles souples et dispositifs de connexion dont il est question à l'article 22 doivent avoir des courants et des tensions assignés appropriés aux caractéristiques assignées des transformateurs auxquels ils sont raccordés.

La conformité est vérifiée par inspection.

22.2 Des entrées séparées doivent être prévues pour les conducteurs primaires et secondaires.

Les entrées et les sorties pour les conducteurs externes doivent être conçues de façon que le revêtement du câble puisse être introduit sans risque de détérioration.

Les entrées et les sorties pour les câbles souples doivent être en matière isolante, ou être pourvues de traversées en matière isolante, ne vieillissant pratiquement pas dans les conditions de service prévues. Les entrées et les sorties des traversées doivent avoir une forme telle qu'elles ne puissent endommager le câble.

Les traversées pour les conducteurs externes doivent être fixées de façon sûre et doivent être telles qu'elles ne soient pas susceptibles d'être endommagées par l'**enveloppe** dans laquelle elles sont montées.

The supply source shall be such that there is no appreciable drop in voltage as a result of inrush current.

21 Internal wiring

21.1 Internal wiring and electrical connections between different parts of the transformer shall be adequately protected or enclosed.

Wire-ways shall be smooth and free from sharp edges, burrs, flashes etc. which may damage the insulation of conductors.

21.2 Openings in sheet metal through which insulated wires pass shall have rounded edges with a radius not less than 1,5 mm, or the openings shall be provided with bushing of insulating material.

21.3 Bare conductors shall be so fixed that the distance from one another and from the **enclosure** is adequately maintained.

Compliance with the requirements of 21.1 to 21.3 is checked by inspection.

21.4 Internal wiring shall not work loose when external wires are connected to the input or output terminals.

Compliance is checked by inspection and by the test of 23.3.

21.5 Insulated conductors which, in normal use, are subjected to a temperature exceeding the limiting values given in 14.2 shall have an insulation of heat-resisting and non-hygroscopic material, if compliance with this standard is likely to be impaired by deterioration of the insulation.

Compliance is checked by inspection and, if necessary, by additional tests; the temperature is determined during the test of 14.2.

22 Supply connection and other external flexible cables or cords

22.1 All cables, flexible cords and connecting means referred to in clause 22 shall have appropriate current and voltage ratings suitable for the ratings of the transformers to which they are connected.

Compliance is checked by inspection.

22.2 Separate entries shall be provided for the input and output wiring.

Inlet and outlet openings for external wiring shall be so designed that the protective covering of the cord can be introduced without risk of damage.

Inlet and outlet openings for flexible cables or cords shall be of insulating material, or be provided with bushing of insulating material which is substantially free from ageing effects under conditions expected in service. The openings of bushings shall be so shaped as to prevent damage to the cord.

Bushings for external wiring shall be reliably fixed, and shall be such that they are unlikely to be damaged by the material in which they are mounted.

Les traversées ne doivent pas être en caoutchouc naturel à moins qu'elles ne fassent partie intégrante d'un dispositif de protection (voir 22.9).

NOTE – Ces prescriptions n'excluent pas l'emploi de traversées amovibles.

La conformité est vérifiée par examen.

22.3 Les **transformateurs fixes** doivent être conçus de façon qu'après leur fixation normale sur leur support il soit possible de connecter les conducteurs souples ou rigides externes.

Les transformateurs autres que ceux prévus pour être connectés à un câblage fixe en permanence peuvent être fournis avec un socle de connecteur dans le **circuit primaire**.

L'espace réservé aux conducteurs à l'intérieur du transformateur doit être suffisant pour permettre l'introduction et le raccordement facile des conducteurs, et la mise en place du capot éventuel sans risque d'endommager les conducteurs ou leur **enveloppe** isolante.

Il doit être possible de connecter les conducteurs d'alimentation aux bornes de façon qu'il n'y ait pas de risque que leur isolation entre en contact avec des **parties actives dangereuses** de polarité différente y compris les **parties actives** des **circuits secondaires**.

La conformité est vérifiée par examen et par un essai de montage, en utilisant des conducteurs de la plus forte section correspondante à la capacité de connexion assignée des bornes.

22.4 Les **transformateurs mobiles** autres que ceux prévus pour être montés directement sur un socle de prise de courant doivent être munis d'un **câble d'alimentation** (voir 3.2.1) de longueur comprise entre 2 m et 4 m.

Les **transformateurs mobiles** qui peuvent avoir un **câble d'alimentation** de section 0,5 mm² sont exclus de cette prescription.

La conformité est vérifiée par examen.

22.5 Les **câbles d'alimentation** des transformateurs d'indice de protection IPX0 ne doivent pas être plus légers que des câbles souples sous gaine caoutchouc (code de désignation 53 de la CEI 245-1) ou sous gaines ordinaires de polychlorure de vinyle (code de désignation 53 de la CEI 227-1).

22.6 Les **câbles d'alimentation** peuvent être équipés d'un connecteur conforme à la CEI 320, à condition que le transformateur soit un transformateur monophasé, ayant un courant primaire ne dépassant pas 16 A à la **puissance assignée**.

22.7 La section nominale des **câbles souples externes** doit être au moins égale à celle indiquée au tableau 9.

Bushings shall not be of natural rubber unless they form part of a cord guard (see 22.9).

NOTE – These requirements do not preclude the use of removable bushings.

Compliance is checked by inspection.

22.3 **Fixed transformers** shall be so designed that, after the transformer has been fixed to its support in the normal way, it shall be possible to connect the rigid or flexible conductors of the external wiring.

Transformers other than those intended to be permanently connected to fixed wiring may be provided with an appliance inlet on the input side.

The space for the wires inside the transformer shall be adequate to allow the conductors to be easily introduced and connected, and the cover, if any, fitted without risk of damage to the conductors or their insulation.

It shall be possible to connect the external supply wires to terminals without their insulation coming into contact with **hazardous live parts** of a different polarity from that of the relevant wire, including **live parts** of the **output circuits**.

Compliance is checked by inspection and by an installation test with conductors of the largest cross-sectional area corresponding to the rated connecting capacity of the terminals.

22.4 **Portable transformers**, other than those intended to be mounted directly on a socket-outlet, shall be provided with a **power supply cord** (see 3.2.1) having a length between 2 m and 4 m.

Portable transformers which are permitted to be provided with a **power supply cord** having a cross-sectional area of 0,5 mm² are excepted from this requirement.

Compliance is checked by inspection.

22.5 **Power supply cords** of transformers with protection index IPX0 shall be not lighter than ordinary tough rubber sheathed flexible cable or cords (code designation 53 of IEC 245-1), or ordinary polyvinyl chloride sheathed flexible cable or cords (code designation 53 of IEC 227-1).

22.6 **Power supply cords** may be a cord set fitted with an appliance coupler in accordance with IEC 320, provided that the transformer is a single-phase **portable transformer**, having an input current at **rated output** not exceeding 16 A.

22.7 The nominal cross-sectional area of **external flexible cable or cords** shall be not less than that shown in table 9.

Tableau 9 – Sections nominales des câbles souples externes

Courant primaire ou secondaire pour la puissance assignée A	Section nominale mm ²
Jusqu'à 3* inclus	0,5
Supérieur à 3 jusqu'à 6 inclus	0,75
Supérieur à 6 jusqu'à 10 inclus	1
Supérieur à 10 jusqu'à 16 inclus	1,5
Supérieur à 16 jusqu'à 25 inclus	2,5
Supérieur à 25 jusqu'à 32 inclus	4
Supérieur à 32 jusqu'à 40 inclus	6
Supérieur à 40 jusqu'à 63 inclus	10
* Ces câbles peuvent être utilisés comme câbles d'alimentation si leur longueur ne dépasse pas 2 m entre le point où le câble ou le dispositif de protection entre dans le transformateur et l'entrée dans la fiche.	
NOTE – Au Japon, les cordons d'alimentation ayant une section de 0,5 mm ² ne sont pas admis comme cordons d'alimentation externes.	

La conformité est vérifiée par examen et par des mesures.

22.8 Les **câbles d'alimentation** des **transformateurs de classe I** doivent être pourvus d'un conducteur vert/jaune, qui est relié à la borne de terre du transformateur et au contact de terre de la fiche s'il existe.

Les **câbles d'alimentation** des **transformateurs mobiles** monophasés de courant primaire, ne dépassant pas 16 A à la **puissance assignée**, doivent être pourvus d'une fiche conforme à la CEI 83 ou à la CEI 906-1. Les autres **transformateurs mobiles** peuvent être pourvus d'une fiche conforme à la CEI 309.

La conformité est vérifiée par examen.

22.9 Les **câbles souples externes** doivent être fixés au transformateur par l'un ou l'autre des modes de fixation **X**, **Y**, ou **Z** à moins qu'il n'en soit spécifié autrement dans la partie 2 correspondante.

La conformité est vérifiée par examen et, si nécessaire, par un essai à la main.

22.9.1 Pour les **fixations du type Z**, le moulage de l'**enveloppe** du transformateur et sur le **câble souple externe** ne doit pas affecter l'isolement du **câble d'alimentation**.

La conformité est vérifiée par examen.

22.9.2 Les entrées de câble doivent être conçues et profilées, ou doivent être munies de traversées de telle façon que le revêtement du **câble souple externe** puisse être introduit sans risque de détérioration.

L'isolation entre le conducteur et l'**enveloppe** doit consister en l'isolation du conducteur et, en outre:

- pour les **transformateurs de classe I**, au moins une **isolation principale**;
- pour les **transformateurs de classe II**, au moins une **isolations double** ou **renforcée**;

Table 9 – Nominal cross-sectional areas of external flexible cable or cords

Input or output current at rated output A	Nominal cross-sectional areas mm ²
Up to and including 3*	0,5
Over 3 up to and including 6	0,75
Over 6 up to and including 10	1
Over 10 up to and including 16	1,5
Over 16 up to and including 25	2,5
Over 25 up to and including 32	4
Over 32 up to and including 40	6
Over 40 up to and including 63	10
* These cords may be used as power supply cords if their length does not exceed 2 m between the point where the cord or cord guard enters the transformer and the entry to the plug.	
NOTE – In Japan, cords having a nominal cross-sectional area of 0,5 mm ² are not allowed for external power supply cord .	

Compliance is checked by inspection and by measurement.

22.8 **Power supply cords** of **class I transformers** shall be provided with a green/yellow covered core, which is connected to the earthing terminal of the transformer and to the earthing contact of the plug, if any.

Power supply cords of single-phase **portable transformers** having an input current at **rated output** not exceeding 16 A shall be provided with a plug complying with IEC 83 or IEC 906-1. Other **portable transformers** may be provided with a plug complying with IEC 309.

Compliance is checked by inspection.

22.9 **External flexible cable or cords** shall be attached to the transformer by **type X, Y or Z attachments** unless otherwise specified in the relevant part 2.

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

22.9.1 For **type Z attachments**, moulding the **enclosure** of the transformer and the **external flexible cable or cord** together shall not affect the insulation of the cord.

Compliance is checked by inspection.

22.9.2 Inlet openings shall be so designed and shaped, or shall be provided with an inlet bushing, so that the protective covering of the **external flexible cable or cord** can be introduced without risk of damage.

The insulation between the conductor and the **enclosure** shall consist of the insulation of the conductor and, in addition:

- for **class I transformers**, at least **basic insulation**;
- for **class II transformers**, at least **double or reinforced insulation**.

NOTES

- 1 La gaine d'un **câble souple externe** au moins équivalente à celle d'un câble conforme à la CEI 227 ou à la CEI 245 est considérée comme une **isolation principale**.
- 2 Un revêtement isolant est considéré comme une **isolation supplémentaire** s'il est conforme aux prescriptions applicables.
- 3 Dans le cas d'**enveloppes** métalliques, une traversée en matière isolante est considérée comme une **isolation supplémentaire** si elle est conforme aux prescriptions applicables.
- 4 Une **enveloppe** en matière isolante est considérée comme une **isolation renforcée**, auquel cas deux isolations séparées ne sont pas nécessaires.

La conformité est vérifiée par examen et par un essai à la main.

22.9.3 Les traversées:

- doivent être de forme telle qu'elles ne puissent endommager le **câble souple externe**;
- doivent être fixées de façon sûre;
- ne doivent pas pouvoir être enlevées sans l'aide d'un **outil**;
- ne doivent pas être en caoutchouc naturel sauf si la traversée fait partie intégrante de la gaine d'un **câble souple externe** pour **fixation du type X** avec un câble spécial, **du type Y** et **du type Z** pour les **transformateurs de classe I**.

La conformité est vérifiée par examen et par un essai à la main.

22.9.4 Les transformateurs munis de câbles et qui peuvent être déplacés pendant le fonctionnement doivent être construits de façon que le câble soit efficacement protégé contre une flexion excessive à l'entrée dans le transformateur. Les dispositifs de protection, s'il y a lieu, doivent être en matière isolante et être fixés de façon sûre.

La conformité est vérifiée par l'essai suivant qui est réalisé sur un appareil possédant un membre oscillant comme spécifié à la figure 7.

*La partie du transformateur comprenant l'entrée de câble, le dispositif de protection, s'il y a lieu, et le **câble souple externe** est fixée au membre oscillant de telle façon que, lorsque ce dernier est à la moitié de son déplacement, l'axe du câble, à l'endroit où il pénètre dans le dispositif de protection ou dans l'entrée de câble, soit vertical et traverse l'axe d'oscillation. L'axe principal de la section des câbles méplats doit être parallèle à l'axe d'oscillation.*

Le câble est chargé de façon que la force appliquée soit de:

- 10 N pour les câbles de section supérieure à 0,75 mm²;
- 5 N pour les autres câbles.

La distance A indiquée sur la figure 7 entre l'axe d'oscillation et le point où le dispositif de protection pénètre dans le transformateur est ajustée de telle façon que lorsque le membre oscillant se déplace à sa pleine amplitude, le câble et la charge fassent le minimum de mouvement latéral.

*Le membre oscillant se déplace sur un angle de 90° (45° de part et d'autre de la verticale), le nombre de flexions pour les **fixations de type Z** étant de 20 000 et 10 000 pour les autres fixations. La cadence des flexions est de 60 par min.*

NOTE 1 – Une flexion est un mouvement de 90°.

Le câble et ses parties associées sont tournés de 90° après la moitié du nombre de flexions, à moins qu'un câble méplat ne soit monté.

Pendant l'essai, les conducteurs sont chargés au courant assigné maximal du circuit en question à la tension assignée.

NOTE 2 – On ne fait pas circuler de courant dans le conducteur de terre.

NOTES

- 1 The sheath of an **external flexible cable or cord** equivalent to at least that of a cord complying with IEC 227 or 245 is regarded as a **basic insulation**.
- 2 A lining of insulating material is regarded as a **supplementary insulation** if it complies with the relevant requirements.
- 3 In the case of metal **enclosures**, a bushing of insulating material is regarded as a **supplementary insulation** if it complies with the relevant requirements.
- 4 An **enclosure** of insulating material is regarded as **reinforced insulation**, in which case two separate insulations are not necessary.

Compliance is checked by inspection and by manual test.

22.9.3 Inlet bushings shall:

- be so shaped as to prevent damage to the **external flexible cable or cord**;
- be reliably fixed;
- not be removable without the aid of a **tool**;
- not be of natural rubber, except if it is an integral part of the rubber sheath of the **external flexible cable or cord** for **type X** with a special cord, **type Y** and **type Z attachments** for **class I transformers**.

Compliance is checked by inspection and by manual test.

22.9.4 Transformers provided with cords which are moved while in operation shall be constructed so that the cord is adequately protected against excessive flexing where it enters the transformer. Cord guards, if any, shall be of insulating material and be fixed in a reliable manner.

Compliance is checked by the following test which is made on an apparatus having an oscillating member as shown in figure 7.

*The part of the transformer comprising the cord entry, the cord guard, if any, and the **external flexible cable or cord** is fixed to the oscillating member so that, when the latter is at the middle of its travel, the axis of the cord where it enters the cord guard or inlet is vertical and passes through the axis of oscillation. The major axis of the section of flat cords shall be parallel to the axis of oscillation.*

The cord is loaded so that the force applied is:

- 10 N for cords having a cross-sectional area exceeding 0,75 mm²;
- 5 N for other cords.

The distance A shown in figure 7, between the axis of oscillation and the point where the cord guard enters the transformer, is adjusted so that when the oscillating member moves over its full range, the cord and load make the minimum lateral movement.

*The oscillating member is moved through an angle of 90° (45° on either side of the vertical), the number of flexings for **type Z attachments** being 20 000, and for other attachments 10 000. The rate of flexing is 60 per min.*

NOTE 1 – A flexing is one movement of 90°.

The cord and its associated parts are turned through an angle of 90° after half the number of flexings, unless a flat cord is fitted.

During the test, the conductors are loaded with the maximum rated current of the circuit in question, at rated voltage.

NOTE 2 – Current is not passed through the earthing conductor.

L'essai ne doit pas aboutir à:

- *un court-circuit entre les conducteurs;*
- *une rupture de plus de 10 % des brins de n'importe quel conducteur;*
- *une séparation du conducteur de la borne;*
- *le desserrage d'un quelconque dispositif d'arrêt de câble;*
- *un dommage, au sens de cette norme, au câble ou au dispositif d'arrêt de câble;*
- *des brins cassés perçant l'isolation et devenant accessibles.*

NOTES

- 3 Les conducteurs comprennent les conducteurs de terre.
- 4 Un court-circuit entre conducteurs du câble est considéré se produire si le courant dépasse une valeur égale au double du courant maximal assigné du circuit en question.

22.9.5 Les **transformateurs fixes** prévus pour une utilisation avec un **câble souple externe** et les **transformateurs mobiles** doivent avoir des dispositifs d'arrêt de câble tels que les conducteurs soient protégés contre les efforts de traction, y compris de torsion, à l'endroit où ils sont raccordés à l'intérieur du transformateur et tels que l'isolation des conducteurs soit protégée contre l'abrasion.

Pour une **fixation du type X**, les presse-étoupe ne doivent pas être utilisés comme dispositifs d'arrêt de câble pour les **transformateurs mobiles**, à moins qu'ils aient des dispositions permettant le serrage de tous les types et tailles de câbles qui peuvent être utilisés comme **câble souple externe**. Des méthodes de fabrication telles que le surmoulage, l'attachement du câble par un noeud ou la fixation des extrémités avec une ficelle ne sont pas autorisés; les chicanes ou moyens similaires sont autorisés pourvu qu'il soit clairement indiqué de quelle façon le **câble souple externe** doit être monté.

Pour une **fixation du type X**, les dispositifs d'arrêt de câble doivent être conçus ou placés de façon que:

- le remplacement du câble puisse être effectué facilement;
- le moyen de réaliser la protection contre la traction et la protection contre la torsion soit facile à reconnaître;
- ils soient efficaces pour les différents types de câbles qui peuvent être raccordés, à moins que le transformateur ne soit conçu pour ne pouvoir être équipé que d'un seul type de câble;
- le câble souple complet et sa protection éventuelle puisse être monté dans le dispositif d'arrêt de câble;
- ils n'endommagent pas le câble et ils ne soient pas susceptibles d'être détériorés lorsqu'ils sont serrés ou desserrés en usage normal;
- le câble ne puisse entrer en contact avec des vis de serrage de ces dispositifs, si ces vis sont accessibles ou en liaison électrique avec des parties métalliques accessibles;
- le câble ne soit pas maintenu par une vis métallique qui appuie directement sur le câble;
- une partie au moins du dispositif soit fixée de façon sûre au transformateur;
- les vis éventuelles, qui doivent être manoeuvrées lors du remplacement du câble, ne servent à fixer aucun autre composant, sauf si, lorsqu'elles sont oubliées ou fixées de façon incorrecte, le transformateur ne fonctionne plus ou est manifestement incomplet, ou à moins que les parties destinées à être fixées par ces vis ne puissent pas être enlevées sans l'aide d'un **outil** lors du remplacement du câble;
- pour les **transformateurs de classe I**, ils soient en matière isolante ou s'ils sont métalliques, munis d'une **enveloppe** isolante, si un défaut d'isolation sur le câble peut rendre les parties métalliques accessibles actives;
- pour les **transformateurs de classe II**, ils soient en matière isolante ou, s'ils sont métalliques, ils soient isolés des parties métalliques accessibles par une isolation qui satisfasse aux prescriptions de l'**isolation supplémentaire**.

The test shall not result in:

- a short circuit between the conductors;
- breakage of more than 10 % of the strands of any conductor;
- separation of the conductor from the terminal;
- loosening of any cord guard;
- damage, within the meaning of this standard, to the cord or cord guard;
- broken strands piercing the insulation and becoming accessible.

NOTES

3 Conductors include earthing conductors.

4 A short circuit between conductors of the cord is considered to occur if the current exceeds a value equal to twice the rated maximum current of the circuit in question.

22.9.5 **Stationary transformers** intended for use with an **external flexible cable or cord** and **portable transformers** shall have cord anchorages so that the conductors are relieved from strain, including twisting, where they are connected within the transformer, and so that the insulation of the conductors is protected from abrasion.

For **type X attachments**, glands shall not be used as cord anchorages in **portable transformers** unless they have provision for clamping all types and sizes of cables and cords which might be used as **external flexible cable or cords**. Production methods, such as moulded-on designs, tying the cord into a knot or tying the ends with string, are not allowed; labyrinths or similar means are permitted, provided that it is clear how the **external flexible cable or cord** is to be assembled.

For **type X attachments**, the cord anchorage shall be so designed or located that:

- replacement of the cord is possible easily;
- it is clear how the relief from strain and the prevention of twisting are to be obtained;
- it is suitable for the different types of cord which may be connected, unless the transformer is designed so that only one type of cord can be fitted;
- the whole flexible cable or cord with its covering, if any, is capable of being mounted into the cord anchorage;
- it does not damage the cord and is unlikely to be damaged when it is tightened or loosened in normal use;
- the cord cannot touch the clamping screws of the cord anchorage if these screws are accessible or electrically connected to accessible metal parts;
- the cord is not clamped by a metal screw which bears directly on the cord;
- at least one part of the cord anchorage is securely fixed to the transformer;
- screws, if any, which have to be operated when replacing the cord do not serve to fix any other component, unless, when omitted or incorrectly mounted, they render the transformer inoperative or clearly incomplete, or unless the parts intended to be fastened by them cannot be removed without the aid of a **tool** during the replacement of the cord;
- for **class I transformers**, it is of insulating material or, if of metal, is provided with an insulating lining if an insulation fault on the cord could make accessible metal parts live;
- for **class II transformers**, it is of insulating material, or, if of metal, is insulated from accessible metal parts by insulation complying with the requirements for **supplementary insulation**.

Pour les **fixations du type X** avec un câble spécial, **Y** et **Z**, les conducteurs du **câble d'alimentation** doivent être isolés des parties métalliques accessibles par une isolation conforme aux prescriptions de l'**isolation principale** pour les **transformateurs de classe I** et conforme aux prescriptions de l'**isolation supplémentaire** pour les **transformateurs de classe II**.

Cette isolation peut consister en:

- une barrière isolante séparée, fixée au dispositif d'arrêt de câble;
- un revêtement spécial fixé au câble;
- pour les **transformateurs de classe I**, la gaine d'un câble sous gaine.

Pour les **fixations du type X** avec un câble spécial et **Y**, les dispositifs d'arrêt de câble doivent être conçus de façon que:

- le remplacement du **câble souple externe** ne compromette pas la conformité à la présente norme;
- le câble souple complet et sa protection éventuelle puissent être montés dans le dispositif d'arrêt de câble;
- ils n'endommagent pas le câble et ils ne soient pas susceptibles d'être détériorés lorsqu'ils sont serrés ou desserrés en usage normal;
- le câble ne puisse toucher les vis de serrage du dispositif d'arrêt si ces vis sont accessibles ou en liaison électrique avec des parties métalliques accessibles;
- le câble ne soit pas maintenu par une vis métallique qui appuie directement sur le câble;
- des noeuds dans le câble ne soient pas utilisés;
- les chicanes ou moyens analogues sont autorisés pourvu que soit clairement indiquée la façon de monter le **câble souple externe**.

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

Pour une **fixation du type X**, excepté avec un câble spécial, le transformateur est muni d'un **câble souple externe** approprié. Les conducteurs sont introduits dans les bornes, les vis éventuelles des bornes étant serrées juste assez pour que les conducteurs ne puissent pas aisément changer de position. Le dispositif d'arrêt de câble est utilisé dans les conditions normales, les vis de fixation étant serrées avec un couple égal aux deux tiers de celui spécifié au tableau 11.

Les essais sont d'abord effectués avec le type de câble le plus léger admissible de la plus petite section spécifiée au tableau 9, puis avec le type de câble immédiatement plus lourd de la plus large section spécifiée, à moins que le transformateur ne soit conçu de façon qu'on ne puisse l'équiper que d'un seul type de câble.

Pour les **fixations du type X** avec un câble spécial, **Y** et **Z**, le transformateur est essayé avec le câble en place.

Il ne doit pas être possible de repousser le câble à l'intérieur du transformateur à un point tel que le câble ou les parties internes du transformateur puissent être endommagés.

Le câble est ensuite soumis 25 fois à une force de traction dont la valeur est indiquée dans le tableau 10. Les tractions sont appliquées dans la direction la plus défavorable, sans secousse, chaque fois pendant 1 s.

Immédiatement après, le câble est soumis pendant 1 min à un couple de torsion dont la valeur est indiquée au tableau 10.

For **type X** with a special cord, **type Y** and **type Z attachments**, the cores of the **external flexible cable or cord** shall be insulated from accessible metal parts by insulation complying with the requirements for **basic insulation** for **class I transformers**, and complying with the requirements for **supplementary insulation** for **class II transformers**.

This insulation may consist of:

- a separate insulating barrier fixed to the cord anchorage;
- a special lining fixed to the cord; or
- for **class I transformers**, the sheath of a sheathed cord.

For **type X** with a special cord and **type Y attachments**, the cord anchorage shall be so designed that:

- the replacement of the **external flexible cable or cord** does not impair compliance with this standard;
- the whole flexible cable or cord with its covering, if any, is capable of being mounted into the cord anchorage;
- it does not damage the cord and is unlikely to be damaged when it is tightened or loosened in normal use;
- the cord cannot touch clamping screws of the cord anchorage, if these screws are accessible or electrically connected to accessible metal parts;
- the cord is not clamped by a metal screw which bears directly on the cord;
- knots in the cord are not to be used;
- labyrinths or similar means are permitted, provided that it is clear how the **external flexible cable or cord** is to be assembled;

Compliance is checked by inspection and by the following test.

*For **type X attachments**, except with a special cord, the transformer is fitted with a suitable **external flexible cable or cord**. The conductors are introduced into the terminals, the terminal screws, if any, being tightened just sufficiently to prevent the conductors from easily changing their position. The cord anchorage is used in the normal way, its clamping screws being tightened with a torque equal to two-thirds of that specified in table 11.*

The tests are first made with the lightest permissible type of cord of the smallest cross-sectional area specified in table 9 and then with the next heavier type of cord of the largest cross-sectional area specified, unless the transformer is so designed that only one type of cord can be fitted.

*For **type X** with a special cord, **type Y** and **type Z attachments**, the transformer is tested with the cord in place.*

It shall not be possible to push the cord into the transformer to such an extent that the cord, or internal parts of the transformer, could be damaged.

The cord is then subjected 25 times to a pull of the value shown in table 10. The pulls are applied in the most unfavourable direction without jerks, each time for 1 s.

Immediately afterwards, the cord is subjected for 1 min to a torque of the value shown in table 10.

Tableau 10 – Force de torsion et couple à appliquer aux câbles souples externes

Masse du transformateur kg	Force de traction N	Couple de traction Nm
Jusqu'à 1 inclus	30	0,1
Supérieur à 1 jusqu'à 4 inclus	60	0,25
Supérieur à 4	100	0,35

Pendant les essais, le câble ne doit pas être endommagé.

Après les essais, on ne doit pas constater de déplacement longitudinal du câble de plus de 2 mm; les conducteurs ne doivent pas s'être déplacés dans les bornes sur une distance de plus de 1 mm et il ne doit pas y avoir de contrainte appréciable à la connexion.

*Les **lignes de fuite** et **distances d'isolement** ne doivent pas être réduites au-dessous des valeurs spécifiées à l'article 26.*

Pour mesurer le déplacement longitudinal on fait, avant les essais, une marque sur le câble soumis à la traction, à une distance d'environ 20 mm du dispositif d'arrêt de câble ou de tout autre point de référence approprié.

Après les essais, le déplacement de la marque est mesuré sur le câble par rapport au dispositif d'arrêt de câble ou de tout autre point, le câble étant maintenu tendu.

22.9.6 Les espaces réservés aux **câbles d'alimentation** ou au **câble souple externe**, prévus à l'intérieur ou ajoutés comme partie du transformateur pour le raccordement:

- a) à une canalisation fixe et pour des **fixations du type X** et **Y**:
 - doivent être conçus de telle façon qu'ils permettent de vérifier, avant la mise en place du capot éventuel, que les conducteurs sont correctement raccordés et disposés;
 - doivent être conçus de façon que les capots éventuels puissent être mis en place sans risquer d'endommager les conducteurs ou leur isolation;
 - pour les **transformateurs mobiles**, doivent être conçus de telle façon que la partie dénudée de l'extrémité du conducteur ne puisse venir en contact avec des parties métalliques accessibles si elle s'échappe de la borne, à moins que, pour des **fixations du type X** et **du type Y**, le câble soit muni de terminaisons qui ne soient pas susceptibles de s'échapper facilement du conducteur;
- b) à une canalisation fixe et pour une **fixation du type X**, de plus:
 - doivent être adéquats pour permettre l'introduction et le raccordement faciles des conducteurs;
 - doivent être conçus de telle façon que les capots éventuels donnant accès aux bornes pour les conducteurs externes puissent être enlevés seulement à l'aide d'un **outil**.

La conformité est vérifiée par examen et par un essai à la main.

23 Bornes pour conducteurs externes

23.1 Les transformateurs destinés à être raccordés de façon permanente au câblage fixe et les transformateurs autres que ceux fournis avec des câbles souples externe avec des fixations de **type X** ou **Y** doivent être fournis avec des bornes dans lesquelles la connexion est faite au moyen de vis, écrous ou dispositifs de même efficacité.

Les bornes faisant partie intégrante du transformateur doivent être conformes à la CEI 999-1 sous les conditions prévalant dans le transformateur.

Table 10 – Pull and torque to be applied to external flexible cable or cords

Mass of transformer kg	Pull N	Torque Nm
Up to and including 1	30	0,1
Over 1 up to and including 4	60	0,25
Over 4	100	0,35

The cord shall not be damaged during the tests.

After the tests, the cord shall not have been longitudinally displaced by more than 2 mm, and the conductors shall not have moved over a distance of more than 1 mm in the terminals, nor shall there be appreciable strain at the connection.

Creepage distances and **clearances** shall not be reduced below the values specified in clause 26.

For the measurement of the longitudinal displacement, a mark is made on the cord which is subjected to a pull, at a distance of approximately 20 mm from the cord anchorage or other suitable point, before starting the tests.

After the tests, the displacement of the mark on the cord in relation to the cord anchorage or other point is measured, while the cord is still subjected to a pull.

22.9.6 The space for the supply cables or the **external flexible cable or cord** provided inside, or added as a part of the transformer for the connection:

- a) to fixed wiring and for **type X** and **Y attachments**:
 - shall be so designed as to permit checking, before fitting the cover, if any, that the conductors are correctly connected and positioned;
 - shall be so designed that covers, if any, can be fitted without risk of damage to the conductors or their insulation;
 - for **portable transformers**, shall be so designed that the uninsulated end of the conductor, should it come free from the terminal, cannot come into contact with accessible metal parts, unless, for **type X** and **Y attachments**, the cord is provided with terminations that are unlikely to slip free of the conductor;
- b) to fixed wiring and for **type X attachments**, in addition:
 - shall be adequate to allow the conductors to be easily introduced and connected;
 - shall be so designed that covers, if any, giving access to terminals for external conductors can only be removed with the aid of a **tool**.

Compliance is checked by inspection and by manual tests.

23 Terminals for external conductors

23.1 Transformers intended to be permanently connected to fixed wiring, and transformers other than those provided with external flexible cords with **type Y** or **type Z attachments** shall be provided with terminals in which connection is made by means of screws, nuts or equally effective devices.

Terminals which are integral part of the transformer have to comply with IEC 999-1 under the conditions prevailing in the transformer.

Les autres bornes doivent être:

- *soit vérifiées séparément selon la CEI 998-2-1, la CEI 998-2-2 et la CEI 947-7-2 et utilisées conformément à leur marquage,*
- *soit vérifiées selon la CEI 999-1 sous les conditions prévalant dans le transformateur.*

Pour les transformateurs avec **fixation du type X**, les connexions soudées peuvent être utilisées pour le raccordement des conducteurs externes, pourvu que le conducteur soit positionné ou fixé de telle façon que le maintien en position ne dépende pas seulement de la soudure, à moins que des cloisons soient prévues de sorte que les **lignes de fuite** et **distances d'isolement** entre les **parties actives dangereuses** et les autres parties métalliques ne puissent pas être réduites à moins de 50 % des valeurs spécifiées à l'article 26, au cas où le conducteur s'échapperait de la connexion soudée.

Pour les transformateurs avec **fixations du type Y** et **Z**, des connexions par soudage, brasage, sertissage ou procédés analogues peuvent être utilisées pour le raccordement des conducteurs externes.

Pour les **transformateurs de classe II**, les conducteurs doivent être placés ou fixés de telle façon que le maintien en position ne dépende pas seulement de la soudure, du sertissage ou de la brasure, à moins que les cloisons soient prévues de sorte que les **lignes de fuite** et **distances d'isolement** entre les **parties actives dangereuses** et les autres parties métalliques ne puissent pas être réduites à moins de 50 % des valeurs spécifiées à l'article 26, au cas où le conducteur s'échapperait de la connexion soudée ou brasée, ou glisserait de la connexion sertie.

NOTE – En général, l'accrochage d'un conducteur avant soudage est considéré comme un moyen convenable pour maintenir en position le conducteur d'un câble souple, pourvu que le trou dans lequel est passé le conducteur ne soit pas exagérément grand.

23.2 Les bornes pour des **fixations du type X** avec un câble spécial, Y et Z doivent être adaptées à leur fonction.

La conformité aux prescriptions de 23.1 et 23.2 est vérifiée par examen et en appliquant une force de traction de 5 N à la connexion, immédiatement avant l'essai de 14.2.

23.3 Les bornes autres que celles avec **fixation du type Y** ou **Z**, doivent être fixées de façon telle que, lorsqu'on serre ou desserre l'organe de serrage, la borne ne puisse pas prendre de jeu, les conducteurs internes ne soient pas soumis à des contraintes, et les **lignes de fuite** et les **distances d'isolement** ne soient pas réduites au-dessous des valeurs spécifiées à l'article 26.

23.4 Les bornes autres que celles avec **fixation du type Y** ou **Z**, doivent être conçues de façon que l'âme du conducteur soit serrée entre des surfaces métalliques avec une pression de contact suffisante, sans dommage pour l'âme.

La vérification de la conformité aux prescriptions de 23.3 et 23.4 est effectuée par examen et par des mesures, après avoir serré et desserré 10 fois un conducteur de la plus grande section correspondant à la capacité de connexion assignée de la borne, le couple de serrage appliqué étant égal aux deux tiers du couple de torsion spécifié à l'article 25.

NOTE – L'utilisation de matière de remplissage sans autre moyen de blocage ne constitue pas une protection suffisante. Des résines durcissant à l'air peuvent cependant être utilisées pour bloquer des bornes qui ne sont pas soumises à des efforts de torsion en usage normal.

23.5 Les bornes prévues pour le raccordement à des canalisations fixes et les bornes avec **fixations du type X** doivent être placées au voisinage de leur borne associée de polarité différente et de la borne de terre, s'il y a lieu.

La conformité est vérifiée par examen.

Other terminals shall be:

- *either separately checked according to IEC 998-2-1, IEC 998-2-2 or IEC 947-7-2 and used in accordance with their marking, or*
- *checked according to IEC 999-1 under the conditions prevailing in the transformer.*

For transformers with **type X attachment**, soldered connections may be used for external conductors, provided that the conductor is so positioned or fixed that reliance is not placed upon the soldering alone to maintain the conductor in position, unless barriers are provided so that **creepage distances** and **clearances** between **hazardous live parts** and other metal parts cannot be reduced to less than 50 % of the values specified in clause 26, should the conductor break away at the soldered joint.

For transformers with **type Y** and **type Z attachments**, soldered, welded, crimped and similar connections may be used for external conductors.

For **class II transformers**, the conductor shall be so positioned or fixed that reliance is not placed upon the soldering, crimping, or welding alone to maintain the conductor in position, unless barriers are provided so that **creepage distances** and **clearances** between **hazardous live parts** and other metal parts cannot be reduced to less than 50 % of the values specified in clause 26, should the conductor break away at the soldered or welded joint, or slip out of the crimped connections.

NOTE – In general, hooking-in before soldering is considered to be a suitable means for retaining the conductor of a flexible cable or cord in position, provided that the hole through which the conductor is passed is not unduly large.

23.2 Terminals for **type X** with a special cord, **Y** and **Z attachments** shall be suitable for their purpose.

Compliance with the requirements of 23.1, and 23.2 is checked by inspection and by applying a pull of 5 N to the connection immediately before the test of 14.2.

23.3 Terminals, other than those with **type Y** or **Z attachments**, shall be so fixed that, when the clamping means is tightened or loosened, the terminal does not work loose, internal wiring is not subjected to stress, and **creepage distances** and **clearances** are not reduced below the values specified in clause 26.

23.4 Terminals, other than those with **type Y** or **Z attachments**, shall be so designed that they clamp the conductor between metallic surfaces with sufficient contact pressure, and without damage to the conductor.

Compliance with the requirements of 23.3 and 23.4 is checked by inspection and by measurement after fastening and loosening 10 times a conductor of the largest cross-sectional area corresponding to the rated connecting capacity of the terminal, the torque applied being equal to two-thirds of the torque specified in clause 25.

NOTE – Locking with sealing compound, without other means of clamping, is not considered sufficient. However, self-hardening resins may be used to lock terminals which are not subjected to torsion in normal use.

23.5 Terminals provided for the connection to fixed wiring, and terminals with **type X attachment** shall be located near their associated terminals of different polarities and the earthing terminal, if any.

Compliance is checked by inspection.

23.6 Les blocs de jonction et dispositifs similaires ne doivent pas être accessibles sans l'aide d'un **outil**, même si leurs **parties actives dangereuses** ne sont pas accessibles.

La conformité est vérifiée par examen et par un essai à la main.

23.7 Les bornes ou raccordements des transformateurs munis de **fixations du type X** doivent être placés ou protégés de façon que, si un brin d'une âme câblée vient à se détacher après raccordement des conducteurs, il n'y ait pas de risque de contact accidentel entre des **parties actives** et des parties métalliques accessibles et, pour les **transformateurs de classe II**, entre des **parties actives** et des parties métalliques séparées des parties métalliques accessibles par une **isolation supplémentaire** seulement.

La conformité est vérifiée par examen, par un essai à la main et par l'essai suivant.

L'extrémité d'un conducteur souple ayant la section nominale spécifiée à l'article 22 est dénudée sur une longueur de 8 mm. Un brin du conducteur est décâblé et les autres brins sont introduits complètement et serrés dans la borne.

*Le brin décâblé est plié, sans déchirer l'isolation du câble, dans toutes les directions possibles, mais sans angles vifs le long des cloisons. Le brin décâblé d'un conducteur relié à une borne active ne doit toucher aucune partie métallique accessible ou en liaison avec une partie métallique accessible ou, pour les **transformateurs de classe II**, aucune partie métallique séparée des parties métalliques accessibles par une **isolation supplémentaire** seulement. Le brin décâblé d'un conducteur relié à une borne de terre ne doit toucher aucune **partie active dangereuse**.*

Les bornes sans plaquette doivent être pourvues d'au moins deux vis de serrage si le courant dépasse 25 A.

23.8 Les vis de bornes, autres que les vis pour le raccordement des conducteurs de la terre de protection, ne doivent pouvoir entrer en contact, lorsqu'elles sont desserrées autant qu'il est possible, avec aucune partie métallique accessible ou en liaison avec une partie métallique accessible ou, pour les **transformateurs de classe II**, avec des parties métalliques inaccessibles.

La conformité est vérifiée par examen pendant l'essai de 23.2.

24 Dispositions en vue de la mise à la terre

24.1 Les parties métalliques accessibles des **transformateurs de classe I** qui peuvent être mises sous tension en cas de défaut d'isolement doivent être reliées en permanence et de façon sûre à une borne de terre de protection placée à l'intérieur du transformateur.

Les **transformateurs de classe II** ne doivent comporter aucune disposition en vue de la mise à la terre du transformateur.

La conformité est vérifiée par examen.

NOTE – Si des parties métalliques accessibles sont séparées des **parties actives dangereuses** par des parties métalliques reliées à la borne de terre de protection, ou si elles sont séparées des **parties actives dangereuses** par une **double isolation** ou une **isolation renforcée**, elles ne sont pas considérées, pour l'application de cette prescription, comme susceptibles d'être mises sous tension en cas de défaut d'isolement.

24.2 Les bornes de terre de protection pour le raccordement à des canalisations fixes et les bornes de terre de protection des transformateurs munis de **fixations du type X** doivent satisfaire aux prescriptions de l'article 23; leurs organes de serrage doivent être protégés efficacement contre un desserrage accidentel et il ne doit pas être possible de les desserrer sans l'aide d'un **outil**.

23.6 Terminal blocks and similar devices shall not be accessible without the aid of a **tool**, even if their **hazardous live parts** are not accessible.

Compliance is checked by inspection and by manual test.

23.7 Terminals or terminations of transformers with **type X attachment** shall be so located or shielded that, should a wire of a stranded conductor escape when the conductors are fitted, there shall be no risk of accidental connection between **live parts** and accessible metal parts and, in the case of **class II transformers**, between **live parts** and metal parts separated from accessible metal parts by **supplementary insulation** only.

Compliance is checked by inspection, by manual test and by the following test.

An 8 mm length of insulation is removed from the end of a flexible conductor having a nominal cross-sectional area as specified in clause 22. One wire of the stranded conductor is left free, and the other wires are fully inserted into and clamped in the terminal.

*The free wire is bent, without tearing the insulation back, in every possible direction, but without making sharp bends round barriers. The free wire of a conductor connected to a live terminal shall not touch any metal part which is accessible, or which is connected to an accessible metal part or, for **class II transformers**, any metal part which is separated from accessible metal parts by **supplementary insulation** only. The free wire of a conductor connected to an earthing terminal shall not touch any **hazardous live part**.*

Terminals without pressure plate shall be provided with at least two clamping screws if the current exceeds 25 A.

23.8 Terminal screws, other than screws of terminals for the connection of protective earthing conductors, shall not come into contact with any metal part which is accessible, or which is connected to an accessible metal part, or, for **class II transformers**, inaccessible metal parts, when the screw is loosened as far as possible.

Compliance is checked by inspection during the test of 23.2.

24 Provision for protective earthing

24.1 Accessible metal parts of **class I transformers** which may become live in the event of an insulation fault shall be permanently and reliably connected to a protective earthing terminal within the transformer.

Class II transformers shall have no provision for earthing the transformer.

Compliance is checked by inspection.

NOTE – If accessible metal parts are screened from **hazardous live parts** by metal parts which are connected to the protective earthing terminal, or if they are separated from **hazardous live parts** by **double insulation** or **reinforced insulation**, they are not, for the purpose of this requirement, regarded as likely to become live in the event of an insulation fault.

24.2 Protective earthing terminals for connection to fixed wiring, and protective earthing terminals with **type X attachment** shall comply with the requirements of clause 23. Their clamping means shall be adequately locked against accidental loosening, and it shall not be possible to loosen them without the aid of a **tool**.

La conformité est vérifiée par examen, par un essai à la main et par les essais de l'article 23.

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

24.3 Toutes les parties de la borne de terre de protection doivent être telles qu'il n'y ait pas de risque de corrosion résultant du contact entre ces parties et le cuivre du conducteur de protection ou de tout autre métal en contact avec ces parties.

Si le corps de la borne de terre fait partie intégrante d'un châssis ou d'une **enveloppe** en aluminium ou en alliage d'aluminium, des dispositions doivent être prises pour éliminer le risque de corrosion résultant du contact entre le cuivre et l'aluminium ou ses alliages.

La conformité est vérifiée par examen.

Le **corps** de la borne de terre de protection doit être en laiton ou en un autre métal résistant aussi bien à la corrosion, à moins qu'il fasse partie intégrante du châssis métallique ou de l'**enveloppe** métallique, auquel cas la vis ou l'écrou doit être en laiton ou en un autre métal résistant aussi bien à la corrosion.

24.4 La connexion entre la borne de terre de protection et les parties du matériel qui doivent y être reliées doit présenter une faible résistance.

La conformité est vérifiée par l'essai suivant.

On fait passer, pendant 1 min, entre la borne de terre de protection et successivement chacune des parties métalliques accessibles, un courant fourni par une source à courant alternatif dont la tension à vide ne dépasse pas 12 V, l'intensité du courant étant égale soit à 1,5 fois le courant assigné primaire, soit à 25 A, en prenant la plus grande de ces deux valeurs.

NOTE 1 – Le courant primaire assigné est défini comme le quotient de la **puissance assignée** par la **tension primaire assignée** ou pour les transformateurs polyphasés par $\sqrt{n}$ fois la **tension primaire assignée** n étant le nombre de phase.

La chute de tension est mesurée entre la borne de terre de protection et la partie métallique accessible, et la résistance est calculée à partir du courant et de cette chute de tension.

En aucun cas la résistance ne doit dépasser 0,1 Ω .

En cas de doute, après 1 min l'essai est continué jusqu'à ce que les conditions de stabilisation soient établies.

NOTES

2 On prend soin que la résistance de contact entre l'extrémité du calibre de mesure et la partie métallique en essai n'affecte pas les résultats de l'essai.

3 La résistance du câble souple éventuel utilisé pour l'essai n'est pas comprise dans la mesure de la résistance.

4 Les noyaux des transformateurs IP00 sont considérés comme inaccessibles.

24.5 Pour les transformateurs de classe I avec un **câble souple externe**, la disposition des bornes ou la longueur des conducteurs entre le dispositif d'arrêt de câble et les bornes doit être telle que les conducteurs transportant du courant soient tendus avant le conducteur de terre, dans le cas où le câble glisserait dans le dispositif d'arrêt de câble.

Compliance is checked by inspection, by manual test and by the tests of clause 23.

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

24.3 All parts of the protective earthing terminal shall be such that there is no risk of corrosion resulting from contact between these parts and the copper of the earthing conductor, or any other metal that is in contact with these parts.

If the **body** of the protective earthing terminal is part of a frame or **enclosure** of aluminium or aluminium alloy, precautions shall be taken to avoid the risk of corrosion resulting from contact between copper and aluminium or its alloys.

Compliance is checked by inspection.

The **body** of the protective earthing terminal shall be of brass or other metal not less resistant to corrosion, unless it is a part of the metal frame or **enclosure**, in which case the screw or nut shall be of brass or other metal equally resistant to corrosion.

24.4 The connection between the protective earthing terminal and parts required to be connected thereto shall be of low resistance.

Compliance is checked by the following test.

A current derived from an a.c. source, having a no-load voltage not exceeding 12 V and equal to 1,5 times the rated input current or to 25 A, whichever is greater, is passed for 1 min between the protective earthing terminal and each of the accessible metal parts in turn.

NOTE 1 – Rated input current is determined as the quotient of the **rated output** by the **rated supply voltage** or, for polyphase transformers, by $\sqrt{n}$ times the **rated supply voltage**, n being the number of phase.

The voltage drop between the protective earthing terminal and the accessible metal part is measured, and the resistance calculated from the current and this voltage drop.

In no case shall the resistance exceed 0,1 Ω .

In case of doubt, after 1 min the test is carried out until steady state conditions have been established.

NOTES

- 2 Care is taken that the contact resistance between the tip of the measuring probe and the metal part under test does not influence the test results.
- 3 The resistance of the supply flexible cable or cord, if used for convenience in the test, is not included in the resistance measurement.
- 4 The cores of IP00 transformers are considered to be not accessible

24.5 For **class I transformers** with **external flexible cable or cords**, the arrangement of the terminals, or the length of the conductors between the cord anchorage and the terminals, shall be such that the current-carrying conductors become taut before the earthing conductor, if the cord slips out of the cord anchorage.

25 Vis et connexions

25.1 Les connexions vissées, électriques ou autres, doivent être capables de résister aux efforts mécaniques qui se produisent en usage normal.

Les vis destinées à assurer des contacts et les vis susceptibles d'être manoeuvrées par l'utilisateur et ayant un diamètre nominal inférieur à 2,8 mm doivent se visser dans une partie métallique.

Les vis ne doivent pas être en métal tendre ou sujet au fluage, tel que le zinc ou l'aluminium.

Les vis en matière isolante ne doivent être utilisées pour aucune liaison électrique.

Les vis ne doivent pas être en matière isolante si leur remplacement par une vis métallique peut compromettre l'**isolation principale** entre circuit primaire et secondaire, l'**isolation supplémentaire** ou l'**isolation renforcée**; de même, les vis qui peuvent être enlevées lors du remplacement d'un **câble d'alimentation** ne doivent pas être en matière isolante si leur remplacement par une vis métallique peut compromettre l'**isolation principale**.

La conformité est vérifiée par examen et, pour les vis et les écrous destinés à assurer des contacts ou susceptibles d'être serrés par l'utilisateur, par l'essai suivant.

Les vis et les écrous sont serrés et desserrés:

- dix fois s'il s'agit de vis s'engageant dans un filetage en matière isolante;
- cinq fois pour les écrous et les autres vis.

Les vis s'engageant dans un filetage en matière isolante sont chaque fois retirées complètement et insérées à nouveau.

Un câble souple de la section la plus grande spécifiée au tableau 9 est placé dans la borne lors de l'essai des vis et des écrous de la borne. Il est repositionné avant chaque serrage.

L'essai est effectué à l'aide d'un tournevis ou d'une clef appropriée, le couple de torsion à appliquer étant indiqué dans le tableau 11, la colonne correspondante étant:

- a) pour les vis métalliques sans tête qui ne font pas saillie par rapport à l'écrou après serrage complet..... I
- b) pour les autres vis métalliques et pour les écrous..... II
- c) pour les vis en matière isolante:
 - à tête hexagonale dont le diamètre du cercle inscrit aux plats dépasse le diamètre extérieur du filetage, ou
 - à tête cylindrique avec un évidement pour une clef, le diamètre du cercle inscrit aux plats dans cet évidement ayant une dimension d'au moins 0,83 fois le diamètre extérieur du filetage, ou
 - à tête à fente simple ou en croix ayant une longueur dépassant 1,5 fois le diamètre extérieur du filetage..... II
- d) pour les autres vis en matière isolante..... III

25 Screws and connections

25.1 Screwed connections, electrical or otherwise, shall withstand the mechanical stresses occurring in normal use.

Screws transmitting contact pressure, and screws which are likely to be tightened by the user and have a nominal diameter less than 2,8 mm, shall screw into metal.

Screws shall not be of metal which is soft or liable to creep, such as zinc or aluminium.

Screws of insulating material shall not be used for any electrical connection.

Screws shall not be of insulating material if their replacement by a metal screw could impair **basic insulation** between **input** and **output circuit**, **supplementary insulation** or **reinforced insulation**, neither shall screws which may be removed when replacing a **power supply cord** be of insulating material if their replacement by a metal screw could impair **basic insulation**.

Compliance is checked by inspection and, for screws and nuts transmitting contact pressure or which are likely to be tightened by the user, by the following test.

The screws or nuts are tightened and loosened:

- *ten times for a screw in engagement with a thread of insulating material;*
- *five times for nuts and other screws.*

Screws in engagement with a thread of insulating material are completely removed and re-inserted each time.

When testing terminal screws and nuts, a flexible cable or cord of the largest cross-sectional area specified in table 9 is placed in the terminal. It is repositioned before each tightening.

The test is made by means of a suitable test screwdriver, spanner or key, applying a torque as shown in table 11, the appropriate column being:

- a) for metal screws without heads, if the tightened screw does not protrude from the hole I*
- b) for other metal screws and for nuts II*
- c) for screws of insulating material:*
 - having a hexagonal head with the dimension across flats exceeding the overall thread diameter, or*
 - with a cylindrical head and a socket for a key, the socket having a dimension across flats not less than 0,83 times the overall thread diameter, or*
 - with a head having a slot or cross slots, the length of which exceeds 1,5 times the overall thread diameter II*
- d) for other screws of insulating material III*

Tableau 11 – Couple appliqué aux vis et connexions

Diamètre nominal de la vis mm	Couple de torsion Nm		
	I	II	III
Jusqu'à 2,8 inclus	0,2	0,4	0,4
Supérieur à 2,8 jusqu'à 3,0 inclus	0,25	0,5	0,5
Supérieur à 3,0 jusqu'à 3,2 inclus	0,3	0,6	0,6
Supérieur à 3,2 jusqu'à 3,6 inclus	0,4	0,8	0,6
Supérieur à 3,6 jusqu'à 4,1 inclus	0,7	1,2	0,6
Supérieur à 4,1 jusqu'à 4,7 inclus	0,8	1,8	0,9
Supérieur à 4,7 jusqu'à 5,3 inclus	0,8	2,0	1,0
Supérieur à 5,3 jusqu'à 6,0 inclus	–	2,5	1,25

Le conducteur est déplacé après chaque desserrage.

Pendant l'essai, on ne doit constater aucune détérioration qui nuirait à l'emploi ultérieur des connexions à vis.

NOTES

- 1 Les vis ou les écrous susceptibles d'être serrés par l'utilisateur comprennent les vis qui doivent être manoeuvrées lors du remplacement de **câbles d'alimentation** avec fixation de type X.
- 2 La forme de la lame du tournevis doit être adaptée à la tête de la vis à essayer. Il convient de ne pas serrer les vis et les écrous par secousses.

25.2 Les vis s'engageant dans un filetage en matière isolante doivent avoir une longueur de la partie filetée engagée au moins égale à 3 mm plus le tiers du diamètre nominal de la vis ou 8 mm, suivant la valeur la plus petite.

Une introduction correcte de la vis dans le trou de vis ou l'écrou doit être assurée.

La conformité est vérifiée par examen et par l'essai de 25.1, le couple appliqué étant néanmoins égal à 1,2 fois le couple spécifié.

NOTE – La prescription concernant l'introduction correcte est satisfaite si l'introduction en biais de la vis est évitée, par exemple au moyen d'un guidage prévu sur la partie à fixer, par un retrait dans l'écrou ou par l'emploi d'une vis dont le début du filet a été enlevé.

25.3 Les connexions électriques doivent être conçues de façon que la pression de contact ne se transmette pas par l'intermédiaire de matériaux isolants autres que céramique ou mica pur, sauf si un retrait éventuel ou une déformation de la matière isolante est susceptible d'être compensé par une élasticité suffisante des parties métalliques.

25.4 Les vis autotaraudeuses par déformation (vis à tôle) ne doivent pas être utilisées pour la connexion des parties transportant le courant, sauf si elles serrent directement ces parties l'une contre l'autre et si elles sont pourvues d'un dispositif de blocage approprié.

Les vis autotaraudeuses par découpe ne doivent pas être utilisées pour la connexion des parties transportant le courant, sauf si elles génèrent un filetage normal. Ces vis ne doivent toutefois pas être utilisées si elles sont susceptibles d'être manoeuvrées par l'utilisateur ou l'installateur, à moins que le filetage ne soit formé dans une longueur de matière préalablement obtenue par emboutissage.

Table 11 – Torque to be applied to screws and connections

Nominal diameter of screw mm	Torque Nm		
	I	II	III
Up to and including 2,8	0,2	0,4	0,4
Over 2,8 up to and including 3,0	0,25	0,5	0,5
Over 3,0 up to and including 3,2	0,3	0,6	0,6
Over 3,2 up to and including 3,6	0,4	0,8	0,6
Over 3,6 up to and including 4,1	0,7	1,2	0,6
Over 4,1 up to and including 4,7	0,8	1,8	0,9
Over 4,7 up to and including 5,3	0,8	2,0	1,0
Over 5,3 up to and including 6,0	–	2,5	1,25

The conductor is moved each time the screw or nut is loosened.

During the test, no damage impairing the further use of the screwed connections shall occur.

NOTES

1 Screws or nuts which are likely to be tightened by the user include screws intended to be operated when replacing **power supply cords** for **type X attachment**.

2 The shape of the blade of the test screwdriver shall suit the head of the screw to be tested. The screws and nuts should not be tightened in jerks.

25.2 Screws in engagement with a thread of insulating material shall have a length of engagement of at least 3 mm plus one-third of the nominal screw diameter or 8 mm, whichever is shorter.

Correct introduction of the screw into the screw hole or nut shall be ensured.

Compliance is checked by inspection and by the test of 25.1, the torque applied being, however, increased to 1,2 times the torque specified.

NOTE – The requirement with regard to correct introduction is met if introduction of the screw in a slanting manner is prevented, for example by guiding the screw by the part to be fixed, by a recess in the female thread, or by the use of a screw with the leading thread removed.

25.3 Electrical connections shall be so designed that contact pressure is not transmitted through insulating material other than ceramic or pure mica, unless there is sufficient resiliency in the metallic parts to compensate for any possible shrinkage or distortion of the insulating material.

25.4 Thread-forming screws (sheet metal screws) shall not be used for the connection of current-carrying parts, unless they clamp these parts directly in contact with each other, and are provided with a suitable means of locking.

Thread-cutting (self-tapping) screws shall not be used for the connection of current-carrying parts unless they generate a full form standard machine screw thread. Such screws shall not, however, be used if they are likely to be operated by the user or installer unless the thread is formed in a length of material previously obtained by a swaging action.

Les vis autotaraudeuses par découpe et les vis autotaraudeuses par déformation, lorsqu'elles sont utilisées pour la continuité de terre, doivent être telles qu'il ne soit pas nécessaire en usage normal d'interrompre la connexion et que deux vis au moins soient utilisées pour chaque connexion.

La vérification de la conformité aux prescriptions de 25.3 et 25.4 est effectuée par examen.

25.5 Les vis qui assurent une connexion mécanique entre différentes parties du transformateur doivent être protégées contre le desserrage si la connexion transporte le courant ou forme une partie du circuit de mise à la terre de protection.

Les rivets utilisés pour des connexions transportant le courant doivent être protégés contre le desserrage si ces connexions sont soumises à des efforts de torsion en usage normal.

La conformité est vérifiée par examen et par un essai à la main.

NOTES

- 1 Des rondelles élastiques et organes analogues peuvent constituer une protection suffisante.
- 2 Dans le cas des rivets, l'utilisation d'un axe non circulaire ou d'une entaille appropriée peut constituer une protection suffisante.
- 3 L'utilisation de matière de remplissage qui se ramollit sous l'influence de la chaleur ne protège efficacement contre le desserrage que les connexions à vis qui ne sont pas soumises à des efforts de torsion en usage normal.

25.6 *Les presse-étoupe doivent satisfaire à l'essai suivant.*

Les presse-étoupe vissés doivent être montés avec une tige de métal cylindrique ayant un diamètre égal au nombre entier le plus proche inférieur au diamètre interne de la bague. Les presse-étoupe sont alors serrés au moyen d'une clé appropriée, la force indiquée dans le tableau 12 étant appliquée à la clé pendant 1 min à 250 mm de l'axe du presse-étoupe.

Tableau 12 – Couple de torsion des presse-étoupe

Diamètre de la tige d'essai mm	Force	
	Presse-étoupe métalliques N	Presse-étoupe en matériau moulé N
Jusqu'à 14 inclus	25	15
Supérieur à 14 jusqu'à 20 inclus	30	20
Supérieur à 20	40	30

Après l'essai, le transformateur et les presse-étoupe ne doivent présenter aucun dommage.

26 Lignes de fuite, distances d'isolement et distances à travers l'isolation

26.1 Les **lignes de fuite, distances d'isolement** et distances à travers l'isolation ne doivent pas être inférieures aux valeurs indiquées au tableau 13, pour les matériaux isolants du groupe IIIa (voir la CEI 664-1).

La conformité est vérifiée par des mesures en accord avec les dispositions de 26.2 et 26.3.

NOTES

- 1 Pour les matériaux des groupes I et II, voir annexes C et D.
- 2 Le tableau 13, le tableau C.1 et le tableau D.1 sont applicables seulement pour les fréquences jusqu'à 30 kHz incluses.
- 3 Les **distances d'isolement**, les **lignes de fuite** et les distances à travers l'isolation pour des fréquences supérieures à 30 kHz sont à l'étude.

Thread-cutting and thread-forming screws, when used to provide earthing continuity, shall be such that it is not necessary to disturb the connection in normal use, and at least two screws are used for each connection.

Compliance with the requirements of 25.3 and 25.4 is checked by inspection.

25.5 Screws which make a mechanical connection between different parts of the transformer shall be locked against loosening if the connection carries current, or forms part of the protective earthing circuit.

Rivets used for current-carrying connections shall be locked against loosening if these connections are subject to torsion in normal use.

Compliance is checked by inspection and by manual test.

NOTES

- 1 Spring washers and the like may provide satisfactory locking.
- 2 For rivets, a non-circular shank or an appropriate notch may be sufficient.
- 3 Sealing compound which softens on heating provides satisfactory locking only for screw connections not subjected to torsion in normal use.

25.6 *Screwed glands shall comply with the following test:*

Screwed glands shall be fitted with a cylindrical metal rod having a diameter equal to the nearest whole number of millimetres below the internal diameter of the packing. The glands shall then be tightened by means of a suitable spanner, the force shown in table 12 being applied to the spanner for 1 min at a point 250 mm from the axis of the gland.

Table 12 – Torque test on glands

Diameter of test rod mm	Force	
	Metal glands	Glands of moulded material
	N	N
Up to and including 14	25	15
Over 14 up to and including 20	30	20
Over 20	40	30

After the test, the transformer and the glands shall show no damage.

26 Creepage distances, clearances and distances through insulation

26.1 **Creepage distances, clearances** and distances through insulation shall be not less than the values shown in table 13, which are for insulating materials of group IIIa (see IEC 664-1).

Compliance is checked by measurements under the provisions of 26.2 and 26.3

NOTES

- 1 For materials of groups I and II, see annexes C and D.
- 2 Table 13, table C.1 and table D.1 are applicable only for frequencies up to and including 30 kHz.
- 3 **Clearances, creepage distances** and distances through insulation for frequencies of more than 30 kHz are under consideration.

Les **lignes de fuite** et **distances d'isolement** sont mesurées en utilisant les conducteurs de la plus forte et de la plus faible section correspondant à la capacité de connexion assignée de la borne pour les appareils raccordés au réseau par un câble ou une fixation de **type X**. Pour les fixations de **type X** avec un câble spécial, **Y** et **Z**, on utilise le câble qui est fourni avec l'appareil.

En cas d'utilisation de rubans crantés, les valeurs des **lignes de fuite** et **distances d'isolement** sont déterminées comme si les crans des différentes couches coïncidaient.

NOTES

- 4 Des schémas montrant quelques exemples de méthodes de mesure des **lignes de fuite** et **distances d'isolement** sont donnés à l'annexe A.
- 5 Des schémas montrant quelques exemples de points de mesure des **lignes de fuite** et **distances d'isolement** sont donnés à l'annexe P.
- 6 Des détails des essais nécessaires pour déterminer le classement des groupes de matériaux sont donnés à l'annexe G.
- 7 Le tableau 13, le tableau C.1 et le tableau D.1 prennent en considération les surtensions de catégorie II pour l'**isolation principale** et les surtensions catégorie III pour l'**isolation double** ou **renforcée**.

Les valeurs pour les circuits imprimés, pour lesquels un défaut peut provoquer un danger au sens de la présente norme, doivent être les mêmes que les valeurs non réduites pour les **parties actives** indiquées au tableau 13, au tableau C.1 et au tableau D.1 sauf si le circuit imprimé a été essayé conformément à la CEI 664-3.

Si la **pollution** conduit à une conductivité élevée et persistante causée, par exemple, par des poussières conductrices, par de la pluie ou de la neige, les **lignes de fuite** et **distances d'isolement** indiquées pour une **pollution** degré 3 doivent alors être augmentées, la distance de l'isolement minimale étant de 1,6 mm et la valeur X minimale à l'annexe A étant de 4,0 mm.

26.2 Lignes de fuite (ldf)

Pour les enroulements qui sont recouverts par un ruban adhésif adhérent aux bords du corps de bobine, les valeurs des **lignes de fuite** sont considérées le long de la surface liée du ruban adhésif et sont prises pour la **pollution** degré 1 (P1), pourvu que les matériaux isolants soient classés conformément à la CEI 85 et à la CEI 216.

Lorsqu'une barrière isolante constituée d'une paroi non liée est utilisée, les **lignes de fuite** sont mesurées à travers le joint. Si le joint est recouvert par un ruban adhésif conforme à la CEI 454, une couche de ruban adhésif est requise sur chacun des côtés de la paroi afin de réduire les risques dus au pliage du ruban pendant la fabrication.

Pour les transformateurs qui sont déclarés comme ayant des parties liées (adhérées) ensemble ou enfermées ou scellées hermétiquement contre la pénétration de poussière et d'humidité (par exemple imprégnées ou enrobées) et qui satisfont aux essais suivants, les **lignes de fuite** minimales en question peuvent être les valeurs réduites pour le **degré de pollution 1** (P1).

Les valeurs réduites indiquées au tableau 13, au tableau C.1 et au tableau D.1 peuvent être utilisées quand la séparation est faite par imprégnation ou par enrobage ou par l'utilisation d'un ruban adhésif recouvrant les enroulements, pourvu que les essais de 4.1.1.2.1 de la CEI 664-1 soient respectés.

Dans le but de vérifier si les parties sont convenablement enrobées, imprégnées ou liées ensembles, les essais suivants sont effectués selon le cas:

Creepage distances and **clearances** are measured, using the supply cable and cords for connection to fixed wiring and those for **type X attachment**, with maximum and minimum size conductors corresponding to the rated connecting capacity of the terminal. For **type X** with a special cord, **Y** or **Z attachments**, the supply cable and cords as delivered are used.

Where layers of serrated tapes are used, the value for **creepage distances** and **clearances** are determined as if the serration coincided through the different layers.

NOTES

- 4 Diagrams showing some examples of the methods of measurement of **creepage distances** and **clearances** are to be found in annex A.
- 5 Diagrams showing some examples of points of measurement of **creepage distances** and **clearances** are given in annex P.
- 6 Details of the tests necessary to determine the separation of material groups are given in annex G.
- 7 Table 13, table C.1 and table D.1 take into consideration overvoltages category II for **basic insulation** and overvoltages category III for **double** or **reinforced insulation**.

Values for printed wiring, where failure may cause a hazard in the sense of this standard, shall be the same as unreduced values for **live parts** as in table 13, table C.1 and table D.1, except if the printed wiring complies with the requirements of IEC 664-3.

If the **pollution** generates high and persistent conductivity caused, for instance, by conductive dust or by rain or snow, the **creepage distances** and **clearances**, as given for **pollution degree 3**, shall be further increased with a minimum **clearance** of 1,6 mm and a value of X in annex A of 4,0 mm.

26.2 Creepage distances (cr)

For windings which are covered with an adhesive bonding tape which adheres to the flanges of a coil former, the values of **creepage distances** are considered along the bonded surface of the adhesive bonding tape and the values are those stated for **pollution degree 1 (P1)**, provided that all insulating materials are classified according to IEC 85 and IEC 216.

Where an insulation barrier consisting of an uncemented pushed-on partition wall is used, **creepage distances** are measured through the joint. If the joint is covered by an adhesive bonding tape, in accordance with IEC 454, one layer of adhesive bonding tape is required on each side of the wall in order to reduce the risk of tape folding over during production.

For transformers which are declared to have parts cemented (stuck) together, or enclosed or hermetically sealed against ingress of dust and moisture (for example impregnated or potted), and which satisfy the following tests, the minimum **creepage distances** in question can be the reduced values as stated for **pollution degree 1 (P1)**.

The reduced values shown in table 13, table C.1 and table D.1 can be used when separation is made by the use of impregnation, potting, or by the use of adhesive bonding tape covering the windings, provided that the tests of 4.1.1.2.1 of IEC 664-1 are fulfilled.

In order to check whether the parts are adequately potted, impregnated or cemented together, the following tests are performed, as appropriate:

- A) Pour l'essai de vérification de l'enrobage ou de l'imprégnation, trois transformateurs sont utilisés.

Les spécimens sont soumis 10 fois à la succession de cycles de température suivants:

- 68 h à la plus haute température d'enroulement $\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ mesurée en utilisation normale plus 10 K avec un minimum de 85 $^{\circ}\text{C}$
- 1 h à 25 $^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$
- 2 h à 0 $^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$
- 1 h à 25 $^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$

Durant chaque essai de cycle thermique une tension du double de la **tension locale** à 50 Hz ou 60 Hz est appliquée entre les enroulements des spécimens aux endroits où les valeurs réduites s'appliquent.

Deux des trois spécimens sont alors soumis au traitement d'humidité du 17.2 (traitement de 48 h) et à l'essai de rigidité diélectrique approprié de 18.3, qui est effectué à une tension multipliée par un facteur de 1,25.

Un des trois spécimens est soumis à l'essai de rigidité diélectrique approprié de 18.3, qui est effectué à une tension multipliée par un facteur de 1,25 immédiatement après la dernière période à la plus haute température de l'essai de cycle thermique.

- B) Pour l'essai de vérification des parties liées (adhérées) ensemble, trois spécimens préparés spécialement sont requis, ou les conducteurs des enroulements sont remplacés par des conducteurs non isolés sans imprégnation ou enrobage. Les enroulements doivent avoir été préparés de telle façon qu'il n'y ait pas de perforation d'isolation possible entre les **enroulements primaires et secondaires** ailleurs qu'au niveau du joint lié qui doit être essayé.

Les spécimens sont soumis 10 fois à la succession de cycles de température suivante:

- 68 h à la plus haute température d'enroulement $\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ mesurée en utilisation normale plus 10 K avec un minimum de 85 $^{\circ}\text{C}$
- 1 h à 25 $^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$
- 2 h à 0 $^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$
- 1 h à 25 $^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$

Deux des trois spécimens sont ensuite soumis au traitement d'humidité de 17.2 (traitement de 48 h) et à l'essai de rigidité diélectrique approprié de 18.3; cependant, la tension d'essai est multipliée par 1,6.

Un des trois spécimens est soumis à l'essai de rigidité diélectrique approprié de 18.3; cependant, la tension d'essai est multipliée par 1,6, immédiatement après la dernière période à la plus haute température de l'essai de cycle thermique.

NOTE – La tension d'essai appliquée aux spécimens pour les parties liées est plus élevée que la tension d'essai normale afin de s'assurer que le claquage se produise si les surfaces ne sont pas liées ensemble.

26.3 Distances à travers l'isolation (dti)

Les distances à travers l'isolation indiquées entre crochets aux cases 2 et 7 du tableau 13, du tableau C.1 et du tableau D.1 peuvent être utilisées pourvu que l'isolation soit sous forme de feuilles minces et consiste en au moins trois couches (séparables ou non séparables). Si les couches sont séparées ou séparables, chaque couche doit respecter la classification thermique, au sens de la CEI 85 et de la CEI 216, des matériaux du transformateur et chaque combinaison des deux tiers du nombre des couches séparées ou séparables arrondies au nombre entier le plus proche doit satisfaire à l'essai au mandrin. Si les couches ne sont pas séparables, le nombre de couches doit être d'au moins trois, la feuille composite complète doit respecter la classification thermique du transformateur et satisfaire à l'essai au mandrin.

A) To test the potting or the impregnation, three transformers are used.

The specimens are subjected 10 times to the following sequence of temperature cycles:

68 h at the highest winding temperature $\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ measured in normal use plus 10 K with a minimum of $85\text{ }^{\circ}\text{C}$

1 h at $25\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$

2 h at $0\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$

1 h at $25\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$

During each thermal cycling test a voltage of twice the value of the **working voltage** at 50 Hz or 60 Hz is applied to the specimens between the windings where the reduced values apply.

Two of the three specimens are then subjected to the humidity treatment of 17.2 (48 h treatment) and the relevant dielectric strength test of 18.3, which is made at a voltage multiplied by the factor 1,25.

One of the three specimens is subjected to the relevant dielectric strength test of 18.3, which is made at a voltage multiplied by the factor 1,25, immediately at the end of the last period at highest temperature during the thermal cycling test.

B) To check whether the parts are cemented (stuck) together, three specially prepared specimens, where winding wires are replaced by uninsulated wires without any impregnation or potting, are required. The windings have to be made in such a way that there is no possible flashover between **input** and **output windings** anywhere other than in the cemented joint to be tested.

The specimens are subjected 10 times to the following sequence of temperature cycles:

68 h at the highest winding temperature $\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ measured in normal use plus 10 K with a minimum of $85\text{ }^{\circ}\text{C}$

1 h at $25\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$

2 h at $0\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$

1 h at $25\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$

Two of the three specimens are then subjected to the humidity treatment of 17.2 (48 h treatment) and the relevant dielectric strength test of 18.3; however, the test voltage is multiplied by 1,6.

One of the three specimens is subjected to the relevant dielectric strength test of 18.3; however, the test voltage is multiplied by 1,6 immediately after the last period at highest temperature during the thermal cycling test.

NOTE – The test voltage applied to the specimens for cemented parts is to be higher than the normal test voltages in order to ensure that if the surfaces are not cemented together, a breakdown occurs.

26.3 Distance through insulation (dti)

The distance through insulation shown in square brackets in boxes 2 and 7 of tables 13, C.1, and D.1 may be used, provided that the insulation is in thin sheet form and consists of at least three layers (separable or non-separable). If the layers are separate or separable, each layer shall fulfil the thermal material classification, as given in IEC 85 and IEC 216, of the transformer and, any combination of two thirds of the number of separate or separable layers, rounded down to the nearest full number, shall fulfil the mandrel test. If the layers are non-separable, the number of layers shall be at least three; the whole composite sheet shall fulfil the classification of the transformer, and the mandrel test.

Essai au mandrin:

Trois spécimens d'essai séparés de feuilles minces de 70 mm de largeur doivent être délivrées par le constructeur.

L'essai est effectué en fixant le spécimen de feuilles minces sur un mandrin constitué en acier nickelé ou en cuivre avec une finition de surface lisse comme indiqué à la figure 6.

Une feuille de métal (aluminium ou cuivre) d'épaisseur $0,035 \text{ mm} \pm 0,005 \text{ mm}$ doit être placée au plus proche de la surface du spécimen et soumise à une traction de 1 N. La feuille de métal doit être positionnée de telle façon que ses bords soient à 20 mm des bords du spécimen et que, lorsque le mandrin est dans sa position finale, elle couvre d'au moins 10 mm les angles sur lesquels le spécimen est placé. Le spécimen est soumis à une traction de 150 N appliquée à son extrémité libre par un dispositif de fixation approprié.

Le spécimen doit être mis en rotation d'avant en arrière trois fois de 230° sans secousse. Si le spécimen casse au niveau du dispositif de fixation pendant la rotation, l'essai est répété. Si un ou plusieurs spécimens cassent à tout autre endroit, l'essai est considéré comme non conforme. Dans la minute suivant la position finale du mandrin, une tension d'essai de 5,5 kV est appliqué comme décrit en 18.3 entre le mandrin et la feuille de métal.

Aucune perforation de l'isolation ou claquage ne doit se produire pendant l'essai, les effets corona et les phénomènes similaires étant négligés.

Les chiffres entre crochets aux cases 2 et 7 du tableau 13, du tableau C.1 et du tableau D.1 sont utilisés de la façon suivante:

- pour les transformateurs ayant une **puissance assignée** supérieure à 100 VA, les chiffres entre crochets s'appliquent;
- pour les transformateurs ayant une **puissance assignée** de 25 VA à 100 VA inclus, les chiffres entre crochets peuvent être réduits aux deux tiers de leur valeur;
- pour les transformateurs ayant une **puissance assignée** inférieure à 25 VA, les chiffres entre crochets peuvent être réduits au tiers de leur valeur.

Des distances à travers l'isolation plus petites peuvent être utilisées s'il est démontré par l'essai de 14.3 que les matériaux ont une résistance mécanique adéquate et qu'elles résistent au vieillissement.

Les prescriptions concernant les distances à travers l'isolation n'impliquent pas que la distance prescrite doit être considérée seulement à travers une isolation solide. Elle peut consister en une épaisseur d'isolation solide et une ou plusieurs couches d'air.

En cas d'utilisation de rubans crantés comme isolation, il est supposé que les crans des différentes couches coïncideront. Pour la distance à travers l'isolation, les valeurs réduites du tableau 13, du tableau C.1 et du tableau D.1 peuvent être utilisées si une couche supplémentaire de ruban cranté et une couche supplémentaire non crantée placée au niveau des crans sont utilisées.

Mandrel test

Three separate test specimens of thin sheets of 70 mm width shall be supplied by the manufacturer.

The test is carried out by fixing the thin sheet specimen on a mandrel made of steel, nickel plated, or brass with smooth surface finish as shown on figure 6.

A metal foil (aluminium or copper) 0,035 mm $\pm$ 0,005 mm thick shall be placed close to the surface of the specimen and submitted to a pull of 1 N. The metal foil shall be so positioned that its borders are 20 mm away from the borders of the specimen and, when the mandrel is in its final position, it covers the edges upon which the specimen is lying by at least 10 mm. The specimen is submitted to a pull of 150 N at its free end by an appropriate clamping device.

The specimen shall be slowly rotated forwards and backwards three times by 230° without jerks. If the specimen breaks at the clamping device during the rotation, the test is repeated. If one or more specimens break at any other place, the test is not fulfilled. While the mandrel is in its final position, within the minute following the final positioning, a test voltage of 5,5 kV is applied, as described in 18.3, between the mandrel and the metal foil.

No flashover or breakdown shall occur during the test; corona effects and similar phenomena being disregarded.

The figures within square brackets in boxes 2 and 7 of table 13, table C.1 and table D.1 are used as follows:

- for transformers having a **rated output** greater than 100 VA, the figures in square brackets apply;
- for transformers having a **rated output** of 25 VA up to and including 100 VA, the figures in square brackets may be reduced to two-thirds of their value;
- for transformers having a **rated output** of less than 25 VA, the figures in square brackets may be reduced to one-third of their value.

Smaller distances through the insulation may be used if it can be shown by the test of 14.3 that the materials have adequate mechanical strength and are resistant to ageing.

The requirements concerning distance through insulation do not imply that the prescribed distance shall be through solid insulation only. It may consist of a thickness of solid insulation plus one or more air layers.

Where serrated tape is used as insulation, it is assumed that the serration of the different layers will coincide. For distance through insulation, the reduced values of table 13, table C.1 and table D.1 may be used if one additional layer of serrated tape and one additional layer without serration, covering the location of the serration, are used.

Tableau 13 – Lignes de fuite (ldf), distances d'isolement (d) et distances à travers l'isolation (dti)
Matériau groupe IIIa (175 ≤ CTI < 400)

P1 = pollution degré 1 P2 = pollution degré 2 P3 = pollution degré 3

	Type d'isolation	Mesures				Tensions locales ²⁾											
		A travers l'émail des bobinages ¹⁾		Autres qu'à travers l'émail des bobinages		≥25 ≤50		100		150		300		600		1000	
		P2	P3	P2	P3	d	ldf	d	ldf	d	ldf	d	ldf	d	ldf	d	ldf
1) Isolation entre circuits primaires et circuits secondaires (isolation principale)	a) Lignes de fuite et distances d'isolement entre parties actives des circuits primaires et parties actives des circuits secondaires			X		0,2	1,2	0,5	1,4	1,5	1,6	3,0	3,0	5,5	6,0	8,0	10,0
					X	0,8	1,9	0,8	2,2	1,5	2,5	3,0	4,7	5,5	9,5	8,0	16,0
		X				0,2	1,2	0,2	1,4	0,5	1,6	1,5	3,0	3,0	6,0	5,5	10,0
			X			0,8	1,9	0,8	2,2	0,8	2,5	1,5	4,7	3,0	9,5	5,5	16,0
	Valeurs réduites, voir 26.2 (P1)					–	0,18	–	0,25	–	0,3	–	0,7	–	1,7	–	3,2
b) Distance à travers l'isolation entre les circuits primaires ou les circuits secondaires et un écran métallique relié à la terre					dti		dti		dti		dti		dti		dti		
	X	X	X	X	Pas d'exigence pour l'épaisseur												
	c) Distances à travers l'isolation entre circuits primaires et circuits secondaires	X	X	X	X	Pas d'exigence pour l'épaisseur											
2) Isolation entre circuits primaires et circuits secondaires (isolation double ou renforcée)	a) Lignes de fuite et distances d'isolement entre parties actives des circuits primaires et parties actives des circuits secondaires			X		0,5	1,4	1,5	2,0	3,0	3,0	5,5	6,0	8,0	12,0	14,0	20,0
					X	0,8	2,2	1,5	3,2	3,0	4,7	5,5	9,5	8,0	19,2	14,0	32,0
		X				0,2	1,4	0,5	2,0	1,5	3,0	3,0	6,0	5,5	12,0	8,0	20,0
			X			0,8	2,2	0,8	3,2	1,5	4,7	3,0	9,5	5,5	19,2	8,0	32,0
	Valeurs réduites, voir 26.2 (P1)					–	0,25	–	0,4	–	0,7	–	1,7	–	4,0	–	7,5
b) Distance à travers l'isolation entre les circuits primaires ou les circuits secondaires et un écran métallique relié à la terre voir 26.3					dti		dti		dti		dti		dti		dti		
	X	X	X	X	0,1 [0,05] ⁷⁾		0,2 [0,07] ⁷⁾		0,25 [0,08] ⁷⁾		0,5 [0,16] ⁷⁾		0,7 [0,19] ⁷⁾		1,0 [0,25] ⁷⁾		
c) Distances à travers l'isolation entre circuits d'entrée et circuits secondaires voir 26.3	X	X	X	X	0,2 ⁴⁾ [0,1] ⁵⁾ – ⁶⁾		0,3 ⁴⁾ [0,1] ⁵⁾ – ⁶⁾		0,5 ⁴⁾ [0,15] ⁵⁾ – ⁶⁾		1,0 ⁴⁾ [0,3] ⁵⁾ – ⁶⁾		1,5 ⁴⁾ [0,4] ⁵⁾ – ⁶⁾		2,0 ⁴⁾ [0,5] ⁵⁾ – ⁶⁾		

Pour les notes voir page 152

Dimensions en millimètres

Table 13 – Creepage distances (cr), clearances (cl) and distances through insulation (dti)
Material group IIIa ($175 \leq \text{CTI} < 400$)

P1 = pollution degree 1 P2 = pollution degree 2 P3 = pollution degree 3

	Type of insulation	Measurement				Working voltages ²⁾											
		Through winding enamel ¹⁾		Other than through winding enamel		≥25 ≤50		100		150		300		600		1000	
		P2	P3	P2	P3	cl	cr	cl	cr	cl	cr	cl	cr	cl	cr	cl	cr
1) Insulation between input and output circuits (basic insulation)	a) Creepage distances and clearances between live parts of input circuits and live parts of output circuits	X	X	X	X	0,2 0,8 0,2 0,8	1,2 1,9 1,2 1,9	0,5 0,8 0,2 0,8	1,4 2,2 1,4 2,2	1,5 1,5 0,5 0,8	1,6 2,5 1,6 2,5	3,0 3,0 1,5 1,5	3,0 4,7 3,0 4,7	5,5 5,5 3,0 9,5	6,0 9,5 6,0 9,5	8,0 8,0 5,5 5,5	10,0 16,0 10,0 16,0
	Reduced values, see 26.2 (P1)					–	0,18	–	0,25	–	0,3	–	0,7	–	1,7	–	3,2
						dti		dti		dti		dti		dti		dti	
	b) Distances through insulation between input or output circuits and an earthed metal screen	X	X	X	X	No requirements of thickness											
	c) Distances through insulation between input and output circuits	X	X	X	X	No requirements of thickness											
2) Insulation between input and output circuits (double or reinforced insulation)	a) Creepage distances and clearances between live parts of input circuits and live parts of output circuits	X	X	X	X	0,5 0,8 0,2 0,8	1,4 2,2 1,4 2,2	1,5 1,5 0,5 0,8	2,0 3,2 2,0 3,2	3,0 3,0 1,5 1,5	3,0 4,7 3,0 4,7	5,5 5,5 3,0 9,5	6,0 9,5 6,0 9,5	8,0 8,0 5,5 5,5	12,0 19,2 12,0 19,2	14,0 14,0 8,0 8,0	20,0 32,0 20,0 32,0
	Reduced values, see 26.2 (P1)					–	0,25	–	0,4	–	0,7	–	1,7	–	4,0	–	7,5
						dti		dti		dti		dti		dti		dti	
	b) Distances through insulation between input or output circuits and an earthed metal screen, see 26.3	X	X	X	X	0,1 [0,05] ⁷⁾		0,2 [0,07] ⁷⁾		0,25 [0,08] ⁷⁾		0,5 [0,16] ⁷⁾		0,7 [0,19] ⁷⁾		1,0 [0,25] ⁷⁾	
	c) Distances through insulation between input and output circuits, see 26.3	X	X	X	X	0,2 ⁴⁾ [0,1] ⁵⁾ – ⁶⁾		0,3 ⁴⁾ [0,1] ⁵⁾ – ⁶⁾		0,5 ⁴⁾ [0,15] ⁵⁾ – ⁶⁾		1,0 ⁴⁾ [0,3] ⁵⁾ – ⁶⁾		1,5 ⁴⁾ [0,4] ⁵⁾ – ⁶⁾		2,0 ⁴⁾ [0,5] ⁵⁾ – ⁶⁾	

For notes, see page 153

Dimensions in millimetres

Tableau 13 (suite)

	Type d'isolation	Mesures				Tensions locales ²⁾											
		A travers l'émail des bobinages ¹⁾		Autres qu'à travers l'émail des bobinages		≥25 ≤50		100		150		300		600		1000	
		P2	P3	P2	P3	d	ldf	d	ldf	d	ldf	d	ldf	d	ldf	d	ldf
3) Isolation entre circuits primaires adjacents ou isolation entre circuits secondaires adjacents ³⁾	Lignes de fuites et distances d'isolement	X	X	X	X	0,2 0,8	1,2 1,9	0,2 0,8	1,4 2,2	0,2 0,8	1,6 3,1	0,5 0,8	3,0 4,7	1,5 1,5	6,0 9,5	3,0 3,0	10 16
	Valeurs réduites (voir 26.2 (P1))					–	0,18	–	0,25	–	0,3	–	0,7	–	1,7	–	3,2
4) Lignes de fuite et distances d'isolement entre bornes pour les connexions des câbles et conducteurs externes à l'exclusion de celles entre vis des bornes des circuits primaires et secondaires	a) Jusqu'à 6 A inclus	X	X	X	X	3,0		3,6		4,0		6,0		9,0		12,5	
	b) Au-dessus de 6 A jusqu'à 16 A inclus	X	X	X	X	5,0		6,0		7,0		10,0		13,0		16,0	
	c) Au-dessus de 16 A	X	X	X	X	10,0		11,0		12,0		14,0		17,0		20,0	
5) Isolation principale ou supplémentaire	Entre:																
	a) parties actives de polarité différente			X		0,2	1,2	0,5	1,4	1,5	1,6	3,0	3,0	5,5	6,0	8,0	10,0
	b) parties actives et la masse si celle-ci est destinée à être connectée au conducteur de protection				X	0,8	1,9	0,8	2,2	1,5	2,5	3,0	4,7	5,5	9,5	8,0	16,0
	c) parties métalliques accessibles et une tige de métal de même diamètre que le câble souple (ou une feuille métallique enroulée autour du câble) introduite dans l'orifice des traversées, dispositifs d'arrêt et analogues	X				0,2	1,2	0,2	1,4	0,5	1,6	1,5	2,9	3,0	6,0	5,5	10,0
	d) parties actives et une partie métallique intermédiaire		X			0,8	1,9	0,8	2,2	0,8	2,5	1,5	4,7	3,0	9,5	5,5	16,0
	e) une partie métallique intermédiaire et la masse																
	Valeurs réduites (voir 26.2 (P1))					–	0,18	–	0,25	–	0,3	–	0,7	–	1,7	–	3,2

Pour les notes voir page 152

Dimensions en millimètres

Table 13 (continued)

	Type of insulation	Measurement				Working voltages ²⁾											
		Through winding enamel ¹⁾		Other than through winding enamel		≥25 ≤50		100		150		300		600		1000	
		P2	P3	P2	P3	cl	cr	cl	cr	cl	cr	cl	cr	cl	cr	cl	cr
3) Insulation between adjacent input circuits or insulation between adjacent output circuits ³⁾	Creepage distances and clearances	X	X	X	X	0,2 0,8	1,2 1,9	0,2 0,8	1,4 2,2	0,2 0,8	1,6 3,1	0,5 0,8	3,0 4,7	1,5 1,5	6,0 9,5	3,0 3,0	10 16
	Reduced values see 26.2 (P1)					–	0,18	–	0,25	–	0,3	–	0,7	–	1,7	–	3,2
4) Creepage distances and clearances between terminals for the connection of external cables and cords excluding those between screw terminals for input and for output circuits	a) Up to and including 6 A	X	X	X	X	3,0		3,6		4,0		6,0		9,0		12,5	
	b) Over 6 A up to and including 16 A	X	X	X	X	5,0		6,0		7,0		10,0		13,0		16,0	
	c) Over 16 A	X	X	X	X	10,0		11,0		12,0		14,0		17,0		20,0	
5) Basic or supplementary insulation	Between:																
	a) live parts of different polarity			X		0,2	1,2	0,5	1,4	1,5	1,6	3,0	3,0	5,5	6,0	8,0	10,0
	b) live parts and the body if intended to be connected to protective earth				X	0,8	1,9	0,8	2,2	1,5	2,5	3,0	4,7	5,5	9,5	8,0	16,0
	c) accessible metal parts and a metal rod of the same diameter as the flexible cable or cord (or metal foil wrapped around the cord) inserted inside inlet bushing, anchorage and the like	X				0,2	1,2	0,2	1,4	0,5	1,6	1,5	2,9	3,0	6,0	5,5	10,0
	d) live parts and an intermediate metal part		X			0,8	1,9	0,8	2,2	0,8	2,5	1,5	4,7	3,0	9,5	5,5	16,0
	e) an intermediate metal part on the body																
	Reduced values, see 26.2 (P1)					–	0,18	–	0,25	–	0,3	–	0,7	–	1,7	–	3,2

For notes, see page 153

Dimensions in millimetres

Tableau 13 (fin)

	Type d'isolation	Mesures		Tensions locales ²⁾													
				V													
		A travers l'émail des bobinages ¹⁾	Autres qu'à travers l'émail des bobinages	≥25 ≤50	100	150	300	600	1000								
		P2	P3	P2	P3	d	ldf	d	ldf	d	ldf	d	ldf	d	ldf	d	ldf
6) Isolation double ou renforcée	Entre masse et parties actives			X		0,5 0,8	1,4 2,2	1,5 1,5	2 3,2	3,0 3,0	3,0 4,7	5,5 5,5	6,0 9,5	8,0 8,0	12,0 19,2	14,0 14,0	20,0 32,0
		X	X			0,2 0,8	1,4 2,2	0,5 0,8	2 3,2	1,5 1,5	3,0 4,7	3,0 3,0	6,0 9,5	5,5 5,5	12,0 19,2	8,0 8,0	20,0 32,0
	Entre masse et parties actives des circuits secondaires s'ils sont protégés par des dispositions additionnelles contre les tensions transitoires	X	X	X	X	0,2 0,8	1,4 2,2	0,2 0,8	2 3,2	0,5 0,8	3,0 4,7	1,5 1,5	6,0 9,5	3,0 3,0	12,0 19,2	5,5 5,5	20,0 32,0
	Valeurs réduites, voir 26.2 (P1)					–	0,25	–	0,4	–	0,7	–	1,7	–	4,0	–	7,5
7) Distances à travers l'isolation (à l'exclusion de l'isolation entre circuits primaires et secondaire)	a) Principale ⁸⁾	X	X	X	X	Pas d'exigence pour l'épaisseur											
						dti	dti	dti	dti	dti	dti	dti	dti	dti	dti	dti	dti
	b) Supplémentaire ⁸⁾	X	X	X	X	0,14 ⁴⁾ [0,05] ⁵⁾ – ⁶⁾	0,15 ⁴⁾ [0,05] ⁵⁾ – ⁶⁾	0,25 ⁴⁾ [0,08] ⁵⁾ – ⁶⁾	0,5 ⁴⁾ [0,15] ⁵⁾ – ⁶⁾	0,75 ⁴⁾ [0,20] ⁵⁾ – ⁶⁾	1,0 ⁴⁾ [0,25] ⁵⁾ – ⁶⁾	1,5 ⁴⁾ [0,4] ⁵⁾ – ⁶⁾	2,0 ⁴⁾ [0,5] ⁵⁾ – ⁶⁾	2,5 ⁴⁾ [0,6] ⁵⁾ – ⁶⁾	3,0 ⁴⁾ [0,7] ⁵⁾ – ⁶⁾	3,5 ⁴⁾ [0,8] ⁵⁾ – ⁶⁾	4,0 ⁴⁾ [0,9] ⁵⁾ – ⁶⁾
	c) Renforcée	X	X	X	X	0,24 ⁴⁾ [0,1] ⁵⁾ – ⁶⁾	0,34 ⁴⁾ [0,1] ⁵⁾ – ⁶⁾	0,5 ⁴⁾ [0,15] ⁵⁾ – ⁶⁾	1,0 ⁴⁾ [0,3] ⁵⁾ – ⁶⁾	1,5 ⁴⁾ [0,4] ⁵⁾ – ⁶⁾	2,0 ⁴⁾ [0,5] ⁵⁾ – ⁶⁾	2,5 ⁴⁾ [0,6] ⁵⁾ – ⁶⁾	3,0 ⁴⁾ [0,7] ⁵⁾ – ⁶⁾	3,5 ⁴⁾ [0,8] ⁵⁾ – ⁶⁾	4,0 ⁴⁾ [0,9] ⁵⁾ – ⁶⁾	4,5 ⁴⁾ [1,0] ⁵⁾ – ⁶⁾	5,0 ⁴⁾ [1,1] ⁵⁾ – ⁶⁾

NOTES

Dimensions en millimètres

- 1) Mesures à travers l'émail des fils de bobinage si ces fils satisfont au moins au grade 1 de la CEI 317.
- 2) Les valeurs des **lignes de fuite**, **distances d'isolement** et distances à travers l'isolation peuvent être obtenues pour des valeurs intermédiaires de **tension locale** par interpolation entre les valeurs du tableau. Aucune valeur n'est requise pour les **tensions locales** inférieures à 25 V, la tension d'essai du tableau 8 étant considérée comme suffisante.
- 3) Ces valeurs ne s'appliquent pas:
 - à l'intérieur de chaque enroulement ou entre groupes d'enroulements destinés à être connectés ensemble, pourvu que les extrémités des enroulements à connecter ensemble soient au même potentiel,
 - là où la **tension locale** ne dépasse pas 300 V et les fils de bobinage satisfont au moins au grade 1 de la CEI 317, même si les enroulements sont destinés à être connectés en série ou en parallèle (par exemple tensions primaires 110/220 V).
- 4) Pour l'isolation solide.
- 5) Dans le cas d'une isolation constituée de trois couches.
- 6) Dans le cas d'une isolation constituée de deux couches séparées (des couches collées ne sont pas permises dans ce cas) et chaque couche satisfait à l'essai au mandrin de 26.3 à une tension de 5,5 kV.
- 7) Dans le cas d'une isolation constituée de deux couches.
- 8) Lorsqu'une **double isolation** est prescrite entre les **circuits primaires** et **secondaires**, l'épaisseur totale à travers l'isolation doit être la même que celle indiquée à la case 2 c), que la mesure soit directe ou via des parties métalliques.
- 9) Lorsque les couches d'isolation sont faites de tours de ruban isolant, il convient que l'enroulement du ruban soit tel qu'à chaque emplacement il y ait au moins le nombre de couches requis.
- 10) Lorsqu'un nombre est remplacé par un tiret dans l'une quelconque des colonnes du tableau, cela signifie qu'aucune valeur n'est requise.

Table 13 (concluded)

	Type of insulation	Measurement				Working voltages ²⁾											
						V											
		Through winding enamel ¹⁾		Other than through winding enamel		≥25 ≤50		100		150		300		600		1000	
		P2	P3	P2	P3	cl	cr	cl	cr	cl	cr	cl	cr	cl	cr	cl	cr
6) Reinforced or double insulation	Between the body and live parts			X		0,5 0,8 0,2 0,8	1,4 2,2 1,4 2,2	1,5 1,5 0,5 0,8	2 3,2 2 3,2	3,0 3,0 1,5 1,5	3,0 4,7 3,0 4,7	5,5 5,5 3,0 3,0	6,0 9,5 6,0 9,5	8,0 8,0 5,5 5,5	12,0 19,2 12,0 19,2	14,0 14,0 8,0 8,0	20,0 32,0 20,0 32,0
	Between body and live parts of the output circuit if protected by additional provisions against transient voltages	X	X	X	X	0,2 0,8	1,4 2,2	0,2 0,8	2 3,2	0,5 0,8	3,0 4,7	1,5 1,5	6,0 9,5	3,0 3,0	12,0 19,2	5,5 5,5	20,0 32,0
	Reduced values, see 26.2 (P1)					–	0,25	–	0,4	–	0,7	–	1,7	–	4,0	–	7,5
7) Distance through insulation (excluding insulation between input and output circuit)	a) Basic ⁸⁾	X	X	X	X	No requirement of thickness											
	b) Supplementary ⁸⁾					dti	dti	dti	dti	dti	dti	dti	dti	dti	dti	dti	dti
		X	X	X	X	0,1 ⁴⁾ [0,05] ⁵⁾ – ⁶⁾	0,15 ⁴⁾ [0,05] ⁵⁾ – ⁶⁾	0,25 ⁴⁾ [0,08] ⁵⁾ – ⁶⁾	0,5 ⁴⁾ [0,15] ⁵⁾ – ⁶⁾	0,75 ⁴⁾ [0,20] ⁵⁾ – ⁶⁾	1,0 ⁴⁾ [0,25] ⁵⁾ – ⁶⁾						
c) Reinforced	X	X	X	X	0,2 ⁴⁾ [0,1] ⁵⁾ – ⁶⁾	0,3 ⁴⁾ [0,1] ⁵⁾ – ⁶⁾	0,5 ⁴⁾ [0,15] ⁵⁾ – ⁶⁾	1,0 ⁴⁾ [0,3] ⁵⁾ – ⁶⁾	1,5 ⁴⁾ [0,4] ⁵⁾ – ⁶⁾	2,0 ⁴⁾ [0,5] ⁵⁾ – ⁶⁾							

NOTES

Dimensions in millimetres

- 1) Measurement through winding wire enamel if the winding wire complies at least with grade 1 of IEC 317.
- 2) Values of **creepage distances** and **clearances** and distances through insulation may be found for intermediate values of **working voltages** by interpolation between the values in the table. No values are required for **working voltages** below 25 V as the voltage test of table 8 is considered sufficient.
- 3) These values do not apply:
 - inside each winding or between groups of windings intended to be permanently connected together, provided that the termination of windings to be connected together are at the same potential,
 - where the **working voltage** does not exceed 300 V and the winding wires comply at least with grade 1 of IEC 317, even if the windings are intended to be connected in a series or parallel arrangement (e.g. input voltage 110/220 V).
- 4) For solid insulation.
- 5) In the case of insulation consisting of three layers.
- 6) In the case of insulation consisting of two separate layers (no glued layers are allowed in this case) and each layer passes the mandrel test of 26.3 at a voltage of 5,5 kV.
- 7) In the case of insulation consisting of two layers.
- 8) When **double insulation** is required between **input** and **output windings**, the total thickness through insulation shall be the same as shown in box 2 c) whether measured directly or via metals parts.
- 9) When the layers of insulation are made of turns of insulating tape, the winding of the tape should be such that at every place there is at least the required number of layers.

27 Résistance à la chaleur, à la chaleur anormale, au feu et aux courants de cheminement

27.1 Les parties externes accessibles en matière isolante dont la détérioration pourrait rendre dangereux le transformateur doivent être résistantes à la chaleur.

*La conformité est vérifiée en soumettant les **enveloppes** et autres parties externes accessibles en matière isolante à un essai à la bille au moyen de l'appareil représenté à la figure 5.*

La surface de la partie à essayer est disposée horizontalement et une bille d'acier de 5 mm de diamètre est appuyée avec une force de 20 N sur cette surface.

L'essai est effectué dans une étuve à une température de $(70 \pm 2) ^\circ\text{C}$ ou à une température de $(40 + \theta \pm 2) ^\circ\text{C}$, où θ est l'échauffement de la partie considérée déterminé pendant l'essai de 14.2, suivant la valeur la plus élevée.

Après 1 h, la bille est retirée du spécimen que l'on refroidit, dans les 10 s qui suivent, en l'immergeant dans de l'eau froide, jusqu'à atteindre environ la température ambiante. On mesure le diamètre de l'empreinte laissée par la bille. Ce diamètre ne doit pas être supérieur à 2 mm.

NOTE – L'essai n'est pas effectué sur les parties en matériau céramique.

27.2 **Les parties externes accessibles** en matière isolante doivent être résistantes à l'inflammation et à la propagation du feu.

*La conformité est vérifiée en soumettant les **enveloppes** et autres parties externes accessibles à un essai au fil incandescent (voir annexe E).*

Il est recommandé que le spécimen soit un transformateur complet.

Si l'essai ne peut pas être effectué sur un transformateur complet, on peut en découper une partie appropriée pour effectuer l'essai.

*S'il est nécessaire d'enlever des parties d'une **enveloppe** ou de découper une partie appropriée pour exécuter l'essai, on veillera à ce que les conditions de l'essai ne soient pas sensiblement différentes des conditions normales d'emploi en ce qui concerne la forme, la ventilation, l'effet des contraintes thermiques, les flammes susceptibles de se produire, les gouttelettes enflammées ou particules incandescentes tombant dans le voisinage du spécimen.*

Toute flamme ou incandescence du spécimen doit s'éteindre dans les 30 s après le retrait du fil incandescent et toute goutte enflammée ou en fusion ne doit pas enflammer une couche unique de papier mousseline, spécifiée en 6.8 de l'ISO 4046, étendue horizontalement à (200 ± 5) mm au dessus du spécimen.

L'essai est effectué sur un seul spécimen. En cas de doute quant aux résultats de l'essai, ce dernier est répété sur deux spécimens supplémentaires, qui doivent alors tous deux satisfaire à l'essai.

27.3 Les parties en matière isolante à l'intérieur de l'**enveloppe** des transformateurs IP20 et au-dessus ne doivent pas être une source d'inflammation pour l'environnement, même en cas de chaleur anormale ou de feu causé par une défaillance dans le transformateur.

La conformité est vérifiée par les essais de 27.3.1 et 27.3.2.

Pour cet essai deux spécimens supplémentaires spécialement préparés sont nécessaires, sur lesquels un court-circuit est soit volontairement réalisé dans le ou les enroulements, soit peut être causé à l'extérieur par des fils.

27 Resistance to heat, abnormal heat, fire and tracking

27.1 External **accessible parts** of insulating material, of which the deterioration might cause the transformer to become unsafe, shall be resistant to heat.

*Compliance is checked by subjecting **enclosures** and other external parts of insulating material to a ball-pressure test by means of the apparatus shown in figure 5.*

The surface of the part to be tested is placed in a horizontal position and a steel ball of 5 mm diameter is pressed against this surface with a force of 20 N.

The test is made in a heating cabinet at a temperature of $(70 \pm 2) ^\circ\text{C}$, or at a temperature of $(40 + \theta \pm 2) ^\circ\text{C}$, where θ is the temperature rise of the relevant part determined during the test of 14.2, whichever is the higher.

After 1 h the ball is removed from the specimen, which is then cooled down, within 10 s, to approximately ambient temperature by immersion in cold water. The diameter of the impression caused by the ball is measured and shall not exceed 2 mm.

NOTE – The test is not made on parts of ceramic material.

27.2 External **accessible parts** of insulating material shall be resistant to ignition and spread of fire.

*Compliance is checked by subjecting **enclosures** and other external **accessible parts** to the glow-wire test (see annex E).*

If possible, the specimen should be a complete transformer.

If the test cannot be made on a complete transformer, a suitable part should be cut from it.

*If it is necessary to take away parts of an **enclosure** or to cut off a suitable part to perform the test, care is taken to ensure that the standard test conditions are not significantly different from those occurring in normal use, with regard to shape, ventilation, effects of thermal stresses and of possible flames, burning droplets or glowing particles falling in the vicinity of the specimen.*

Any flame or glowing of the specimen shall extinguish within 30 s of withdrawing the glow-wire, and any burning or molten drops shall not ignite a single layer of tissue paper, as specified in 6.8 of ISO 4046, spread out horizontally (200 ± 5) mm below the specimen.

Only one specimen is tested. In case of doubt concerning the results, the test is repeated on two further specimens, both of which shall pass the test.

27.3 Parts of insulating material within the transformer **enclosure** of transformers of IP20 or higher shall not act as a source of ignition for the surroundings, even in the case of abnormal heat or fire caused by a fault in the transformer.

Compliance is checked by the tests of 27.3.1 and 27.3.2.

For this test two additional specially prepared specimens are necessary in which short-circuit winding(s) is/are built in, or can be caused from the outside by brought out leads.

Le court-circuit doit être choisi de telle façon que le transformateur, à vide, soit alimenté à 1,06 fois la **tension primaire assignée** à la température ambiante et que la puissance primaire (watt) soit égale à la **puissance assignée**. La tolérance est de $\pm 20\%$. Le pourcentage de spires à court-circuiter est approximativement égal à la **tension de court-circuit** exprimée en pourcentage de la tension d'alimentation assignée. Le court-circuit est réalisé au milieu des enroulements. Sur un spécimen le court-circuit est fait sur l'**enroulement primaire** et sur l'autre spécimen sur l'**enroulement secondaire**. S'il y a plus d'un enroulement, le court-circuit est fait simultanément sur tous les **enroulements primaires** ou tous les **enroulements secondaires**. Pendant l'essai, aucun ajustement n'est réalisé.

Cet essai n'est pas fait sur les transformateurs déjà couverts par 15.5.

27.3.1 Les **transformateurs mobiles** sont placés sur un support en contreplaqué peint en noir mat comme décrit en 14.2

Les **transformateurs fixes** qui ne sont pas destinés à être intégrés sont fixés dans la position la plus défavorable survenant en usage normal, sur un support en contreplaqué, peint en noir mat comme décrit en 14.2. Lorsque la position la plus défavorable d'utilisation est verticale ou au plafond, le **transformateur fixe** et le support sont placés dans cette position (200 ± 5) mm au-dessus d'un panneau en bois de pin blanc d'environ 10 mm d'épaisseur, couvert d'une couche unique de papier mousseline.

Pour les transformateurs avec des dispositifs de protection à réenclenchement automatique, tous ces dispositifs sont court-circuités.

Pour cet essai, les **circuits primaires** doivent être protégés par un fusible ou un disjoncteur avec un courant assigné de 10 fois le courant assigné du transformateur sans être inférieur à 16 A.

Le transformateur, avec ses dispositifs de protection lorsque c'est applicable, est essayé comme spécifié ci dessus pendant 15 jours mais sans charge. Le résultat doit être une interruption définitive dans le circuit. Si aucune interruption définitive ne se produit après cette période, l'alimentation est interrompue.

Si le dispositif de protection à réenclenchement non automatique ou interchangeable, s'il y a lieu, interrompt le circuit, l'alimentation est interrompue et on laisse le transformateur se refroidir pendant 2 h. Ensuite le dispositif de protection est réenclenché ou remplacé, l'alimentation est rétablie jusqu'à ce que le dispositif interrompe le circuit ou qu'une interruption se produise dans le transformateur. Si aucune interruption dans le transformateur ne se produit, 30 cycles sont effectués dans le cas de dispositifs réarmables ou 10 cycles dans le cas de dispositifs interchangeables. Chaque cycle consiste en l'alimentation du transformateur jusqu'à l'interruption du circuit par le dispositif de protection suivie par 2 h de coupure.

Pendant l'essai, aucune flamme ne doit se produire et le transformateur ne doit pas être source d'inflammation pour l'environnement, la température du support ne doit pas dépasser 125°C et, dans le cas de **transformateurs fixes** placés en position verticale ou au plafond, si des gouttes enflammées tombent, elles doivent, de plus, ne pas enflammer le papier mousseline ou roussir la planche en bois de pin.

27.3.2 Après l'essai de 27.3.1 et après refroidissement à température ambiante, ce qui suit s'applique.

a) Pour les transformateurs où une interruption définitive s'est produite dans le **circuit primaire**, le transformateur doit résister à un essai de rigidité diélectrique, la tension d'essai étant 35 % de la valeur selon l'article 18, tableau 8.

b) Pour les transformateurs où aucune interruption définitive ne s'est produite après l'essai cyclique, le transformateur doit résister aux valeurs de tensions d'essai selon l'article 18, tableau 8.

The short circuit shall be chosen so that the unloaded transformer is supplied with 1,06 times the **rated input** voltage at ambient temperature, and that the input power (watt) is equal to the value of the **rated output**. Tolerance is $\pm 20\%$. The percentage of turns to be short-circuited is approximately equal to the **short-circuit voltage** expressed as a percentage of the **rated supply voltage**. The short circuit is made in the middle of the windings. In one sample the short circuit is applied to the **input winding**, and in the other sample on the **output winding**. If there is more than one winding, the short circuit is applied simultaneously to either all **input windings** or all **output windings**. During the test no adjustment is admitted.

This test is not carried out on transformers already covered by 15.5.

27.3.1 **Portable transformers** are placed on a dull black painted plywood support as described in 14.2.

Stationary transformers, which are not designed to be built in, are fixed in the most unfavourable position under normal use to a dull black painted plywood support as described in 14.2. When the most unfavourable position of use is vertical or on the ceiling, the **stationary transformer** and the support are placed in this position (200 ± 5) mm above a piece of white pinewood board, approximately 10 mm thick, covered with a single layer of tissue paper.

For transformers with self-resettable devices, all these protective devices are short-circuited.

For this test, the **input circuits** shall be protected by fuse or circuit-breaker with a rated current 10 times the rated current of the transformer, but at least 16 A.

The transformer, with its protective devices where applicable, is tested as specified above for 15 days but without load. The result shall be a definitive interruption in the circuit. If no definitive interruption occurs after this period, the supply is switched off.

If the non-self-resettable or replaceable protective device, if any, interrupts the circuit, the supply is switched off and the transformer is left to cool down for 2 h. Then the protective device is reset or replaced, the supply is switched on until the device interrupts the circuit or an interruption in the transformer occurs. If no interruption in the transformer occurs, 30 cycles are made in the case of resettable devices, or 10 cycles in the case of replaceable devices. Each cycle consists of supplying the transformer until the protective device interrupts the circuit and the power remains switched off for 2 h.

During the test no flames shall occur, and the transformer shall not act as a source of ignition for the surroundings. The temperature of the support shall not exceed 125 °C. If **stationary transformers** are placed in a vertical position or on the ceiling, burning drops, if any, shall not ignite the tissue paper or scorch the pinewood board.

27.3.2 After the test of 27.3.1 and after cooling down to ambient temperature, the following applies.

a) Transformers where a definitive interruption in the **input circuit** has occurred shall withstand a dielectric strength test, the test voltage being 35 % of the values according to table 8 of clause 18.

b) Transformers where no definitive interruption has occurred after the cycling test shall withstand the test voltages according to table 8 of clause 18.

*Le transformateur ne doit pas présenter de trous autorisant le doigt d'épreuve normalisé, appliqué sans force appréciable, à toucher des **parties actives dangereuses**. En cas de doute, le contact avec des **parties actives dangereuses** est détecté au moyen d'un indicateur électrique, la tension étant d'au moins 40 V. Si un des spécimens ne passe pas l'essai, l'essai complet est défaillant.*

27.4 Les parties isolantes maintenant en position les parties transportant le courant doivent résister à une chaleur anormale et au feu.

La conformité est vérifiée par l'essai suivant.

Les parties en matière isolante sont soumises à l'essai à la bille décrit en 27.1, mais à une température de $(125 \pm 2) ^\circ\text{C}$ ou à une température de $(40 + \theta \pm 2) ^\circ\text{C}$, où θ est l'échauffement de la partie considérée déterminé pendant l'essai de 14.2, suivant la valeur la plus élevée.

NOTE – Cet essai n'est pas effectué sur les parties en matière céramique ou sur les bobines ou sur le verre.

De plus, les parties isolantes maintenant en position les bornes pour connexions externes transportant en fonctionnement normal un courant de plus de 0,5 A, doivent être soumises à un essai au fil incandescent identique à celui décrit en 27.2 avec la seule différence que le fil incandescent est électriquement chauffé à $850 ^\circ\text{C}$.

27.5 Pour les transformateurs d'indice de protection autres que IPX0, les parties en matière isolante maintenant en position les parties transportant le courant doivent avoir une résistance aux courants de cheminement correspondant au minimum à celle des matériaux du groupe IIIa, si elles sont, en usage normal, exposées à des conditions excessives d'humidité ou de **pollution**.

Pour les matériaux autres que la céramique, la vérification est effectuée par les essais de l'annexe G.

Il ne doit y avoir ni amorçage ni claquage entre les électrodes avant qu'un total de 50 gouttes soit tombé.

28 Protection contre la rouille

Les parties en métaux ferreux, dont l'oxydation pourrait rendre le transformateur dangereux, doivent être protégées efficacement contre la rouille.

NOTE – Cette prescription s'applique aux surfaces externes des noyaux en fer, mais dans ce cas une protection par une couche de vernis est considérée comme efficace.

La conformité est vérifiée par inspection et, en cas de doute, par l'essai suivant.

Les parties à essayer doivent être exemptes de toute graisse par immersion dans du trichloréthane pendant 10 min. Puis elles sont plongées pendant 10 min dans une solution à 10 % de chlorure d'ammonium maintenue à une température de $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$. On les suspend pendant 10 min sans séchage, mais après avoir secoué les gouttes éventuelles, dans une enceinte à atmosphère saturée d'humidité à une température de $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$.

Lorsque toutes les parties ont été séchées pendant 10 min dans une étuve à une température de $(100 \pm 5) ^\circ\text{C}$, elles ne doivent présenter aucune trace de rouille sur leurs surfaces.

NOTES

1 Cette prescription s'applique aux surfaces externes des noyaux, mais dans ce cas une protection par une couche de vernis est considérée comme efficace.

2 On ne prend pas en considération des traces de rouille sur les arêtes, ni un voile jaunâtre disparaissant par simple frottement.

*The transformer shall show no holes allowing the standard test finger to touch **hazardous live parts** without appreciable force. In case of doubt, contact with **hazardous live parts** is shown by means of an electrical contact indicator, the voltage being not less than 40 V. If one specimen does not pass the test, the complete test has failed.*

27.4 Parts of insulating material retaining current carrying parts in position shall be resistant to abnormal heat and to fire.

Compliance is checked by the following test.

Parts of insulating material are subjected to a ball pressure test as described in 27.1 but at a temperature of $(125 \pm 2) ^\circ\text{C}$ or at a temperature of $(40 + \theta \pm 2) ^\circ\text{C}$, where θ is the temperature rise of the relevant part determined during the test of 14.2, whichever is the higher.

NOTE – The test is not made on parts of ceramic material, or on bobbins, or on glass.

In addition, parts of insulating material retaining terminals for external conductors which carry a current of more than 0,5 A during normal operation shall comply with the glow-wire test described in 27.2, with the only difference that the glow-wire is electrically heated to 850 °C.

27.5 For transformers with an IP rating other than IPX0, insulating parts retaining current carrying parts in position shall have resistance to tracking corresponding to at least material group IIIa if they are exposed to excessive moisture or deposition of dirt in normal use.

For material other than ceramics, compliance is checked by the tests of annex G.

No flashover or breakdown between electrodes shall occur before a total of 50 drops has fallen.

28 Resistance to rusting

Ferrous parts, the rusting of which might cause the transformer to become unsafe, shall be adequately protected against rusting.

NOTE – This requirement applies to the outer surfaces of iron cores, but in that case protection by a coating of varnish is deemed to be adequate.

Compliance is checked by inspection and, in case of doubt, by the following test.

All grease is removed from the parts to be tested by immersion in trichloroethane for 10 min. The parts are then immersed for 10 min in a 10 % solution of ammonium chloride in water at a temperature of $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$. Without drying, but after shaking off any drops, the parts are placed for 10 min in a box containing air saturated with moisture at a temperature of $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$.

After all the parts have been dried for 10 min in a heating cabinet at a temperature of $(100 \pm 5) ^\circ\text{C}$; their surfaces shall show no signs of rust.

NOTES

- 1 This requirement applies to the outer surfaces of iron cores, but in that case protection by a coating of varnish is deemed to be adequate.
- 2 Traces of rust on sharp edges and any yellowish film removable by rubbing are ignored.

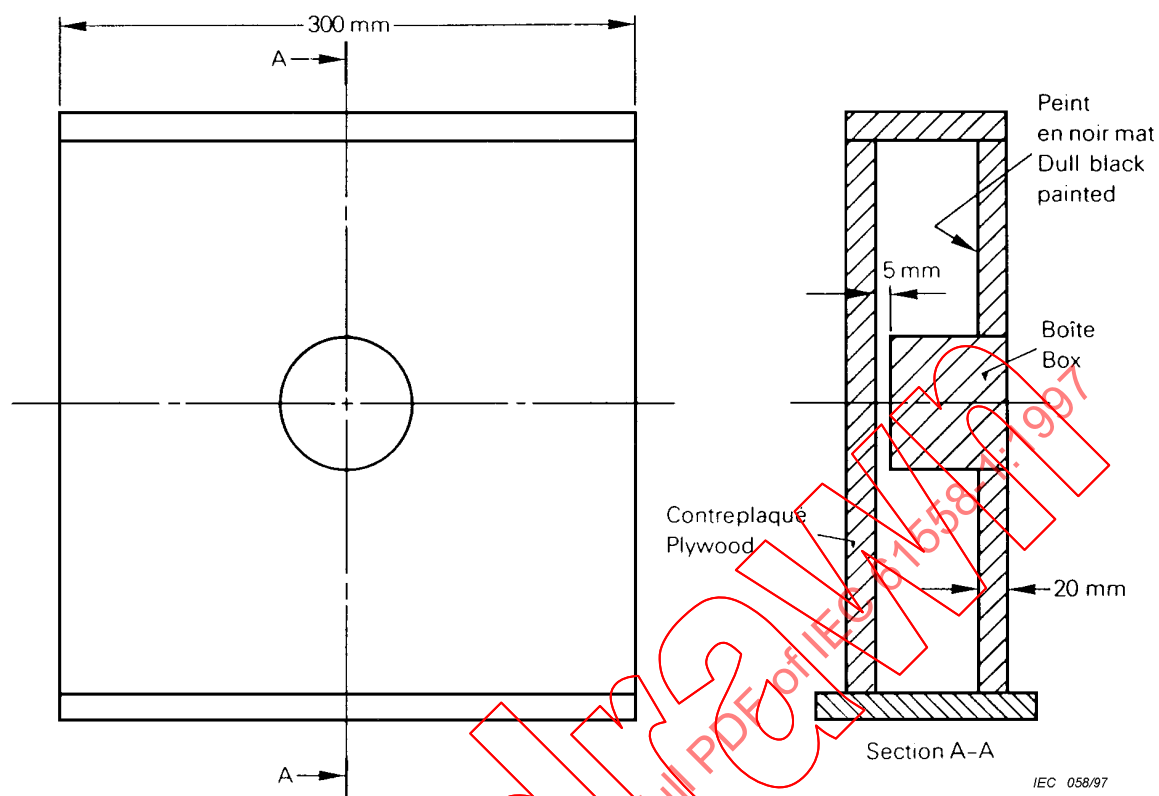
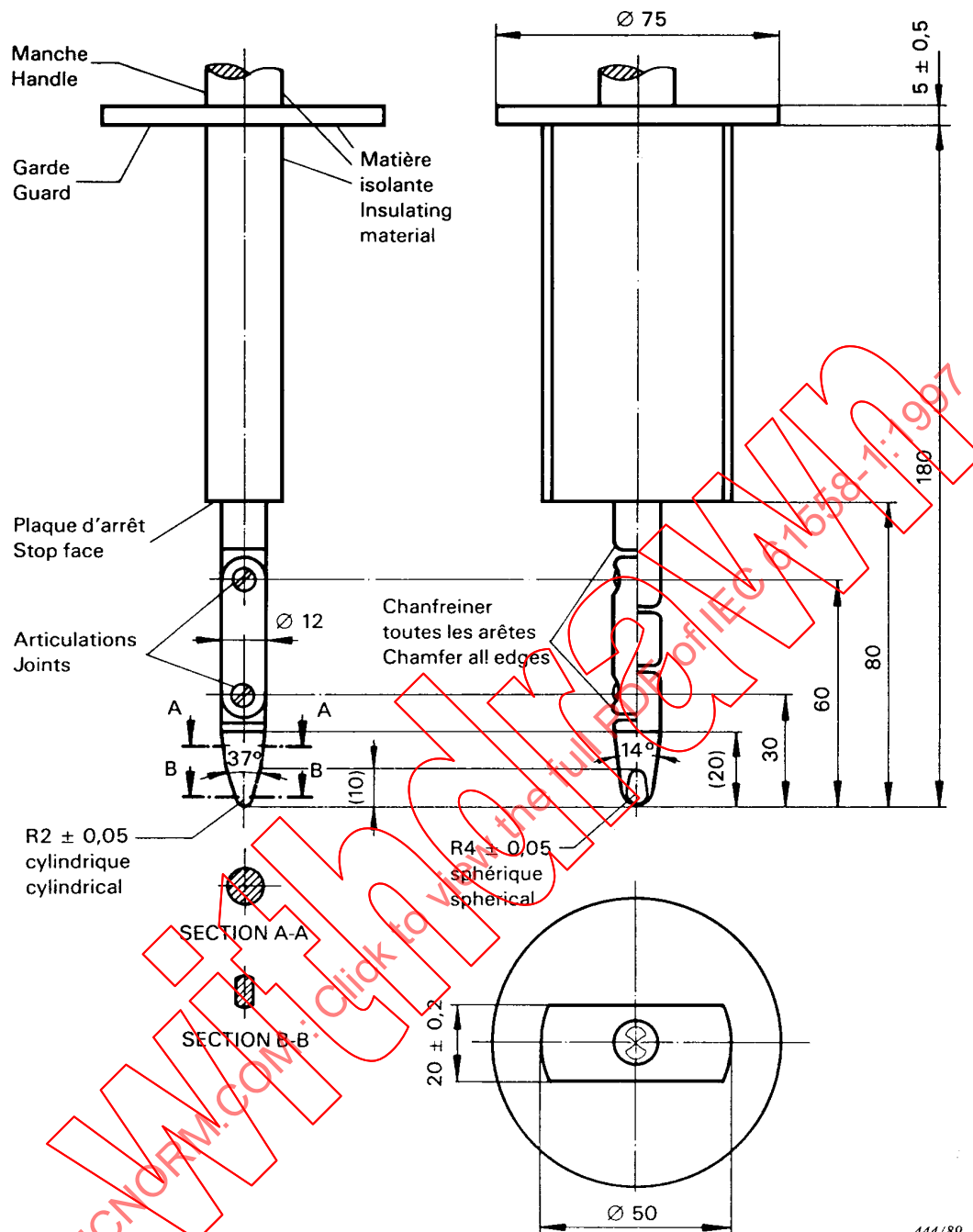


Figure 1 – Boîte de montage pour transformateur pour pose encastrée (voir 5.10)
Mounting box for flush-type transformer (see 5.10)



Matière: métal sauf spécification contraire

Dimensions linéaires en millimètres

Tolérances des dimensions sans indication de tolérance

sur les angles: 0/-10°

sur les dimensions:

- jusqu'à 25 mm: $\begin{smallmatrix} 0 \\ -0,05 \end{smallmatrix}$
- au-dessus de 25 mm: $\pm 0,2$

Les deux articulations doivent permettre un mouvement dans le même plan et le même sens de 90° avec une tolérance de 0 à +10°.

Material: metal, except where otherwise specified

Linear dimensions in millimetres

Tolerances on dimensions without specific tolerance:

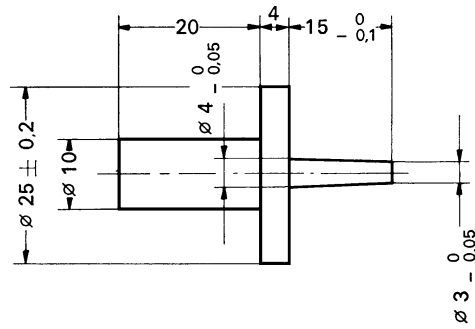
on angles: 0/-10°

on linear dimensions:

- up to 25 mm: $\begin{smallmatrix} 0 \\ -0,05 \end{smallmatrix}$
- over 25 mm: $\pm 0,2$

Both joints shall permit movement in the same plane and the same direction through an angle of 90° with a 0 to +10° tolerance.

Figure 2 – Doigt d'épreuve normalisé (voir 9.2, 15.5.2 et la CEI 1032 calibre d'essai B)
Standard test finger (see 9.2, 15.5.2 and IEC 1032 test probe B)



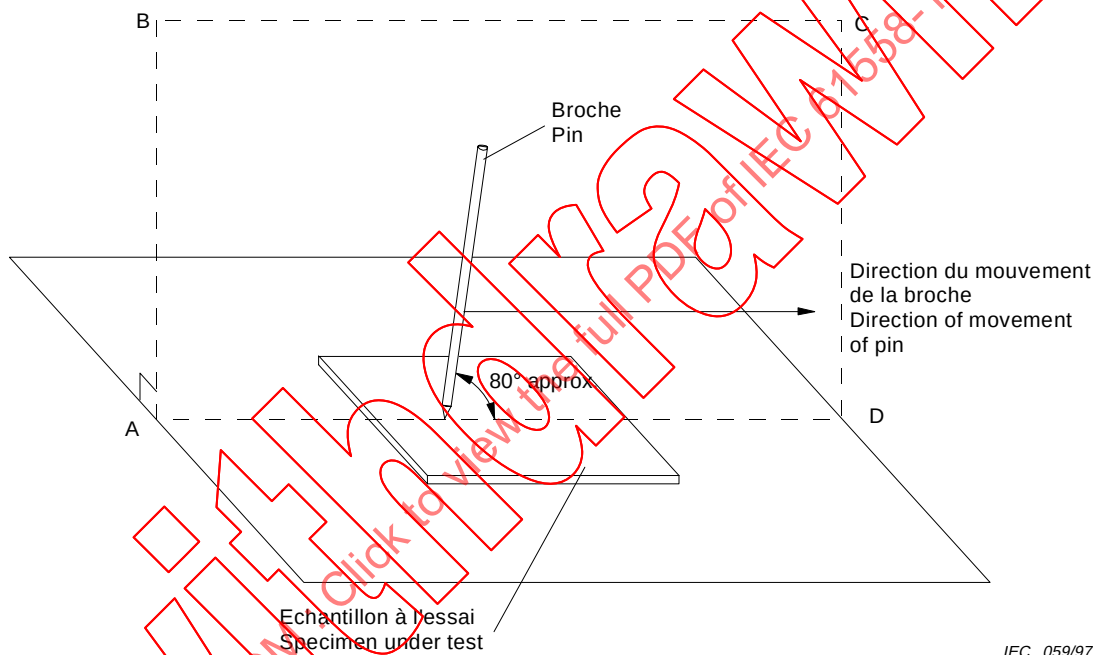
411/89

Dimensions en millimètres

Dimensions in millimeters

Figure 3 – Broche d'essai (voir 9.2 et la CEI 1032 calibre d'essai 13)

Test pin (see 9.2 and IEC 1032 test probe 13)



IEC 059/97

NOTE – La broche est dans le plan ABCD perpendiculaire au spécimen en essai.

The pin is in the plane ABCD which is perpendicular to the specimen under test.

Figure 4 – Essai de résistance à l'abrasion pour les couches de revêtement isolant

Abrasion resistance test for insulating coated layers

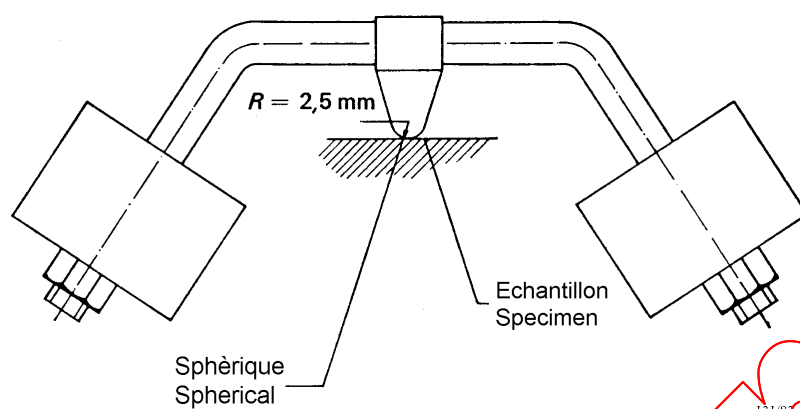


Figure 5 – Appareil pour l'essai à la bille (voir 27.1)
Ball-pressure apparatus (see 27.1)

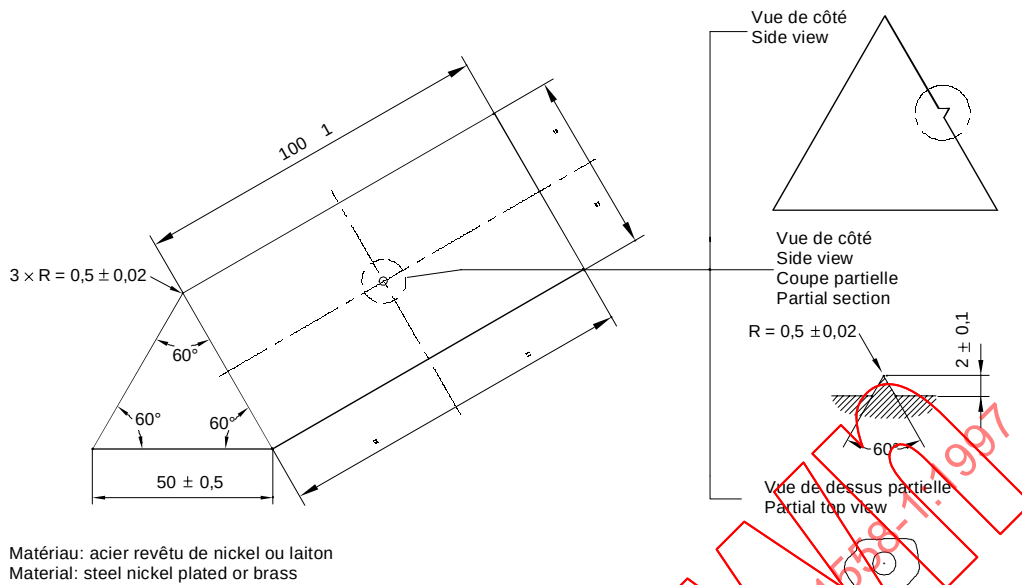


Figure 6 a - Mandrin
Mandrel

IEC 060/97

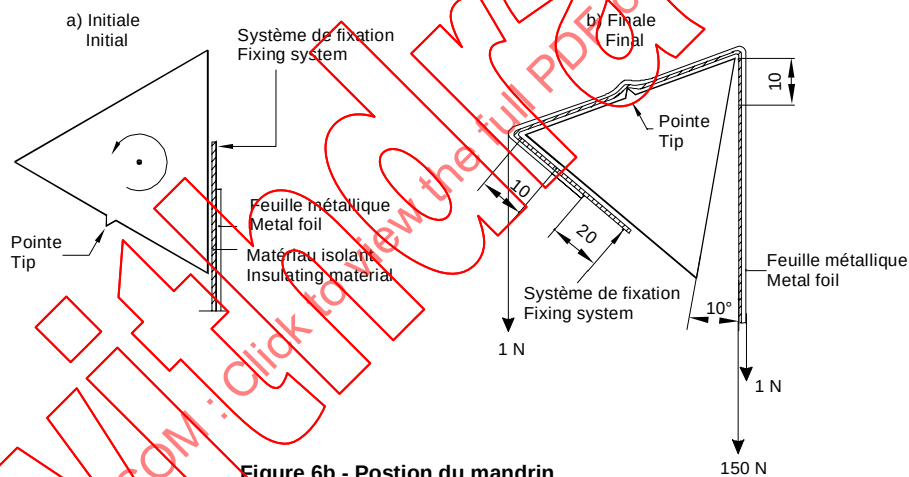
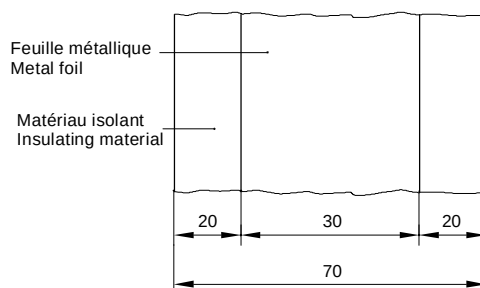


Figure 6b - Position du mandrin
Position of mandrel

IEC 061/97

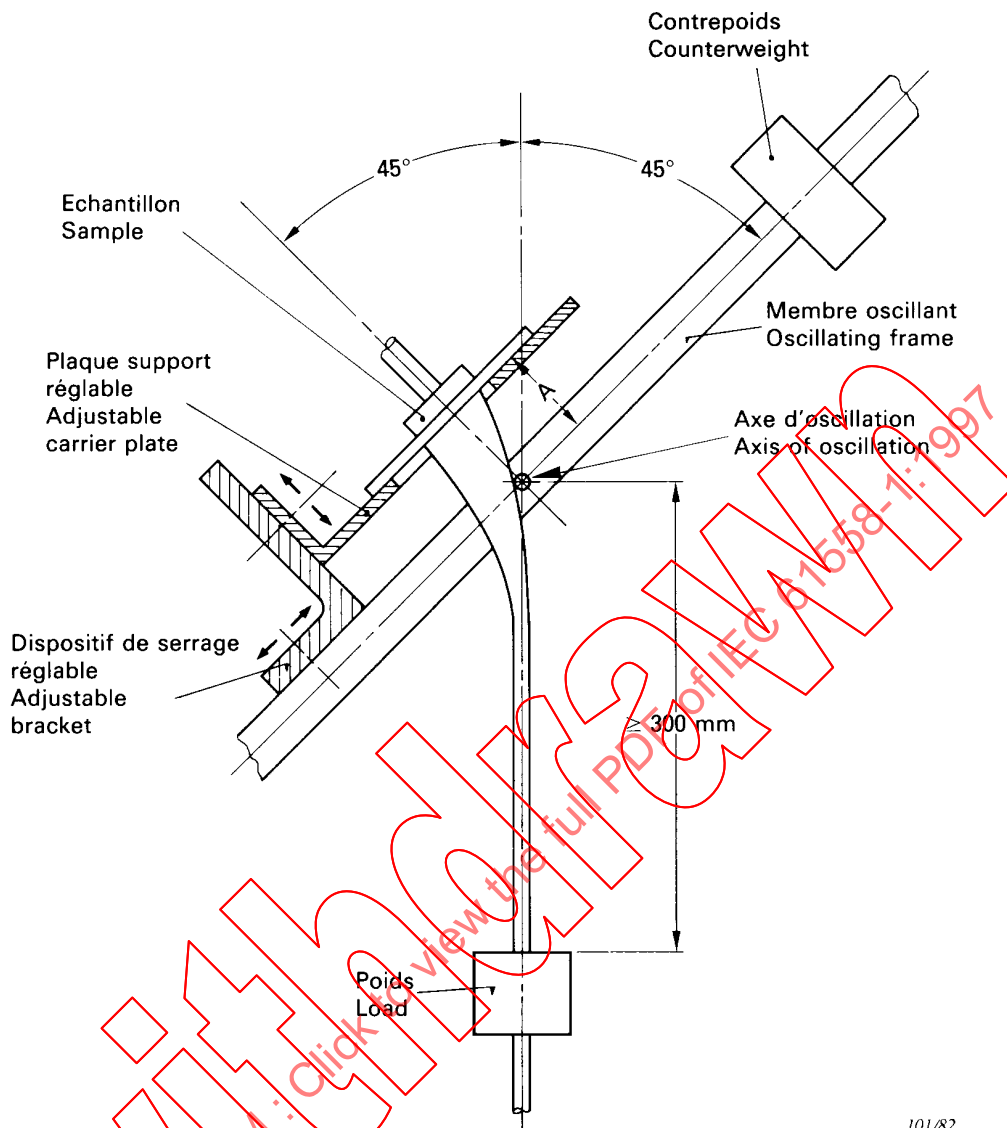


IEC 062/97

Figure 6c - Position de la feuille métallique sur le papier
Position of metal foil on paper

Figure 6 – Disposition d'essai pour vérifier la résistance mécanique des isolantes en couches minces (voir 26.3)

Test arrangement for checking mechanical withstanding of insulating materials in thin sheet layers (see 26.3)



101/82

Figure 7 – Appareil d'essai de flexion (voir 22.9.4)

Flexing test apparatus (see 22.9.4)

Annexe A/Annex A (normative)

Mesures des distances d'isolement et des lignes de fuite Measurement of creepage distances and clearances

Les largeurs X des rainures spécifiées dans les exemples 1 à 10 s'appliquent à tous les exemples en fonction du **degré de pollution**, de la façon suivante:

The width X of grooves specified in examples 1 to 10 apply to all examples as a function of the **pollution degree** as follows:

Degré de pollution	Valeurs minimales de la largeur X des rainures	Pollution degree	Width X of grooves: minimum values
1	0,25 mm	1	0,25 mm
2	1,0 mm	2	1,0 mm
3	1,5 mm	3	1,5 mm

NOTE – Si la distance d'isolement associée est inférieure à 3 mm, la largeur minimale de la rainure peut être réduite au tiers de la valeur de cette distance d'isolement.

NOTE – If the associated **clearance** is less than 3 mm, the minimum groove width may be reduced to one-third of this distance.

Les méthodes de mesure des **lignes de fuite** et des **distances d'isolement** sont indiquées dans les exemples 1 à 10. Ces exemples ne font pas la différence entre les intervalles et les rainures ou entre les types d'isolation.

The methods of measuring **creepage distances** and **clearances** are indicated in the examples 1 to 10. These cases do not differentiate between gaps and grooves or between types of insulation.

Les suppositions suivantes ont été faites:

The following assumptions are made:

– tout puits est supposé être ponté par une liaison isolante de longueur égale à la largeur X spécifiée et placée dans la position la plus défavorable (voir exemple 3);

– any recess is assumed to be bridged with an insulating link having a length equal to the specified width X and being placed in the most unfavourable position (see example 3);

– lorsque la distance entre les arêtes supérieures d'une rainure est supérieure ou égale à la largeur X spécifiée, une **ligne de fuite** est mesurée le long des contours de la rainure (voir exemple 2);

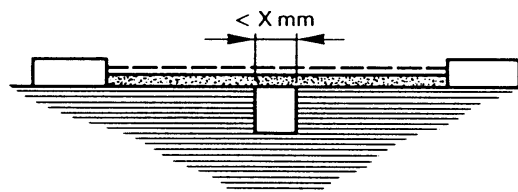
– where the distance across a groove is equal to or larger than the specified width X, the **creepage distance** is measured along the contours of the groove (see example 2);

– les **lignes de fuite** et les **distances d'isolement** mesurées entre les parties mobiles l'une par rapport à l'autre sont mesurées lorsque ces parties se trouvent dans leurs positions les plus défavorables.

– **creepage distances** and **clearances**, measured between parts which can assume different positions in relation to each other, are measured when these parts are in their most unfavourable position.

Exemple 1

Example 1



127/81

Condition: Ce chemin de **ligne de fuite** comprend une encoche à flancs parallèles ou convergents, de profondeur quelconque et de largeur inférieure à X mm.

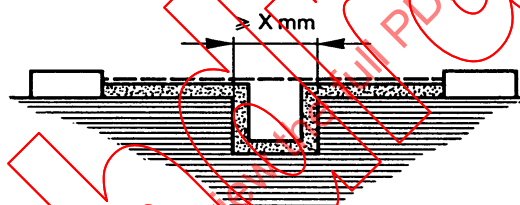
Condition: Path under consideration includes a parallel or converging sided groove of any depth with a width of less than X mm.

Règle: La **ligne de fuite** et la **distance d'isolement** sont mesurées en ligne droite au-dessus de l'encoche, comme indiqué ci-dessus.

Rule: **Creepage distance** and **clearance** are measured directly across the groove as shown above.

Exemple 2

Example 2



128/81

Condition: Ce chemin de **ligne de fuite** comprend une encoche à flancs parallèles de profondeur quelconque et de largeur égale ou supérieure à X mm.

Condition: Path under consideration includes a parallel sided groove of any depth and equal to or more than X mm wide.

Règle: La **distance d'isolement** est la distance en ligne droite. Le chemin de la **ligne de fuite** longe le profil de l'encoche.

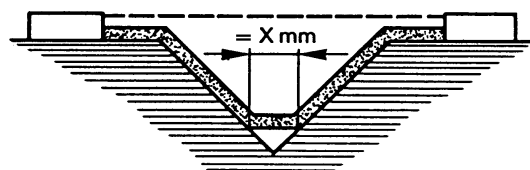
Rule: **Clearance** is the "line of sight" distance. Creepage path follows the contour of the groove.

----- Distance d'isolement
Clearance

██████████ Ligne de fuite
Creepage distance

Exemple 3

Example 3



129/81

Condition: Ce chemin de **ligne de fuite** comprend une encoche en V dont l'angle d'ouverture est inférieur à 80° et dont la largeur est supérieure à X mm.

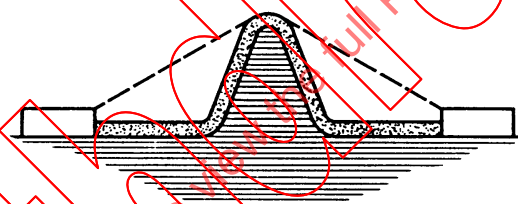
Condition: Path under consideration includes a V-shaped groove with an internal angle of less than 80° and a width greater than X mm.

Règle: La **distance d'isolement** est la distance en ligne droite. Le chemin de la **ligne de fuite** longe le profil de l'encoche mais «court-circuite» le bas de l'encoche par un tronçon de X mm.

Rule: **Clearance** is the "line of sight" distance. Creepage path follows the contour of the groove but "short-circuits" the bottom of the groove by a length of X mm.

Exemple 4

Example 4



131/81

Condition: Ce chemin de ligne de fuite comprend une nervure.

Condition: Path under consideration includes a rib.

Règle: La **distance d'isolement** est le chemin dans l'air le plus court par dessus le sommet de la nervure. Le chemin de la **ligne de fuite** longe le profil de la nervure.

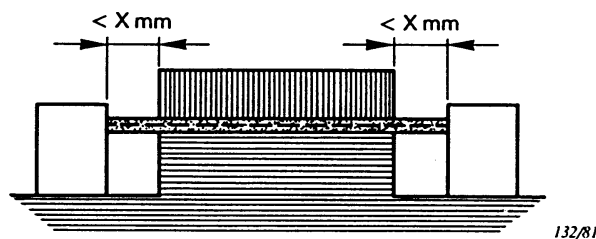
Rule: **Clearance** is the shortest direct air path over the top of the rib. Creepage path follows the contour of the rib.

----- Distance d'isolement
Clearance

===== Ligne de fuite
Creepage distance

Exemple 5

Example 5



Condition: Ce chemin de **ligne de fuite** comprend deux parties non collées avec des encoches de largeur inférieure à X mm de chaque côté.

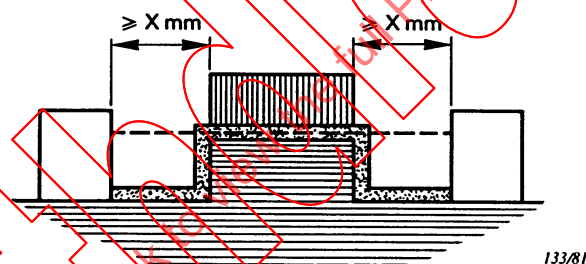
Condition: Path under consideration includes an uncemented joint with grooves less than X mm wide on either side.

Règle: Le chemin de la **ligne de fuite** et de la **distance d'isolement** est la distance en ligne droite indiquée ci-dessus.

Rule: **Creepage distance** and **clearance** path is the "line of sight" distance shown.

Exemple 6

Example 6



Condition: Ce chemin de **ligne de fuite** comprend deux parties non collées avec des encoches de largeur égal ou supérieure à X mm de chaque côté.

Condition: Path under consideration includes an uncemented joint with grooves equal to or more than X mm wide on each side.

Règle: La **distance d'isolement** est la distance en ligne droite. Le chemin de la **ligne de fuite** longe le profil de l'encoche.

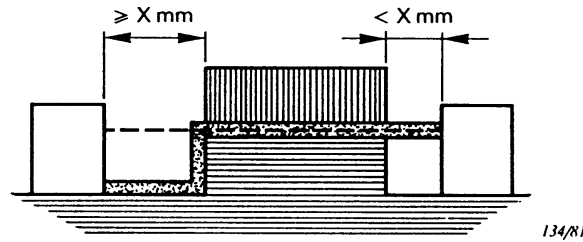
Rule: **Clearance** path is the "line of sight" distance. Creepage follows the contour of the groove.

----- Distance d'isolement
Clearance

===== Ligne de fuite
Creepage distance

Exemple 7

Example 7



Condition: Ce chemin de **ligne de fuite** comprend deux parties non collées avec d'un côté, une encoche de largeur inférieure à X mm et, de l'autre côté, une encoche de largeur égale ou supérieure à X mm.

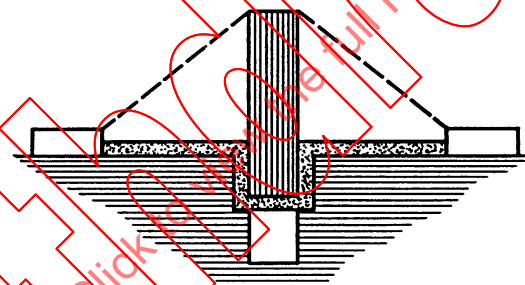
Condition: Path under consideration includes an uncemented joint with a groove on one side less than X mm wide and a groove on the other side equal to or more than X mm wide.

Règle: Le chemin de la distance d'isolement et de la **ligne de fuite** sont indiqués ci-dessus.

Rule: **Clearance** and creepage paths are as shown above.

Exemple 8

Example 8



Condition: La **ligne de fuite** à travers le joint est inférieure à la ligne de fuite par dessus la barrière.

Condition: **Creepage distance** through the joint is less than **creepage distance** over the barrier.

Règle: La **distance d'isolement** est le chemin dans l'air le plus court par dessus le sommet de la barrière à travers l'encoche.

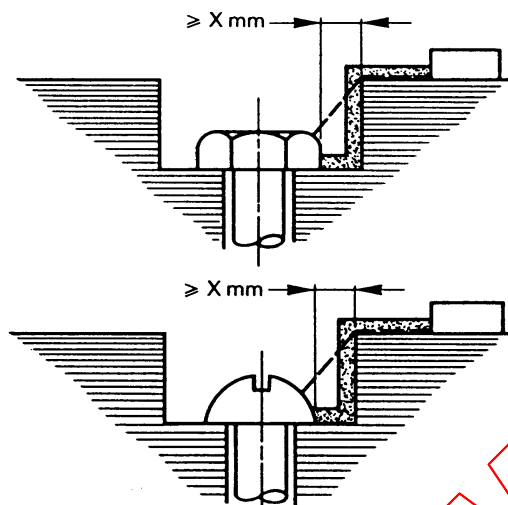
Rule: **Clearance** is the shortest direct air path over the top of the rib. **Creepage distance** follows the contour of the barrier through the groove.

----- Distance d'isolement
Clearance

===== Ligne de fuite
Creepage distance

Exemple 9

Example 9

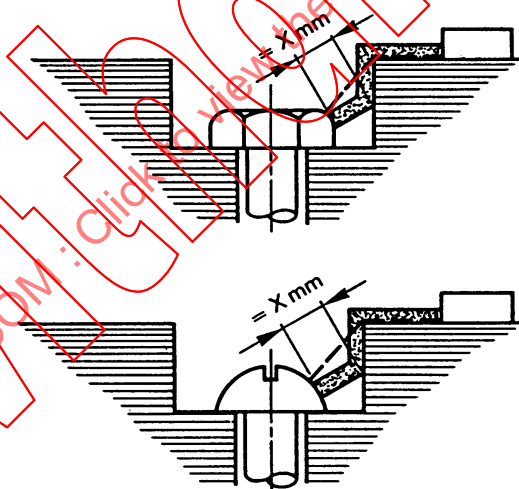


Distance entre tête de vis et paroi du longement trop faible pour être comptée.

Gap between head of screw and wall of recess too narrow to be taken into account.

Exemple 10

Example 10



Distance entre tête de vis et paroi du longement suffisante pour être comptée.

Gap between head of screw and wall of recess wide enough to be taken into account.

----- Distance d'isolement
Clearance

██████████ Ligne de fuite
Creepage distance

Annexe B (normative)

Essais d'une série de transformateurs

Les prescriptions de cette annexe ont pour objet de faciliter les essais d'une série de transformateurs.

B.1 Si une série de transformateurs doit être essayée, le nombre d'échantillons à essayer peut être réduit.

Des transformateurs peuvent être considérés comme étant une série si:

- a) ils sont de la même famille, cela signifiant qu'ils sont couverts par la même partie 2;
- b) ils sont de même construction, cela signifiant:
 - 1) le feuilletage ou le noyau est du même type de modèle et fait du même matériau,
 - 2) le même type de technologie des enroulements a été utilisé (par exemple concentriques ou à deux chambres, même système d'isolation),
 - 3) la même technologie d'assemblage a été utilisée (par exemple type ouvert, type fermé, type encapsulé, imprégné, enrobé, etc.),
 - 4) le même type de protection contre les surcharges a été utilisé (par exemple fusibles, **coupe-circuit thermique**, etc.),
 - 5) ils ont le même domaine de fréquences;
- c) ils sont conçus pour les mêmes températures ambiantes minimale et maximale.

Des variations dans les paramètres suivants sont permises pourvu que les transformateurs satisfassent par ailleurs complètement aux règles détaillées ci-dessus:

- 1) domaine des tensions primaires;
- 2) domaine des tensions secondaires;
- 3) nombre de prises et/ou d'enroulements;
- 4) fréquence dans le domaine des fréquences déclaré;
- 5) **puissance assignée**.

B.2 Le nombre d'échantillons nécessaire pour les essais d'une série de transformateurs définie comme ci-dessus doit être:

- a) pour les paramètres 1) 2) et 3): deux échantillons au minimum et pas plus de quatre échantillons choisis de façon à s'assurer qu'ils représentent la situation la plus défavorable pour la famille en essai;

NOTE 1 – Il y a lieu de choisir les échantillons selon les règles suivantes:

- un de la plus faible **puissance assignée** ayant les tensions les plus élevées et le plus faible nombre de prises;
- un de la plus forte **puissance assignée** ayant les tensions les plus basses et le plus faible nombre de prises;
- un de la plus faible **puissance assignée** ayant le plus grand nombre de prises et la plus grande différence de tensions entre deux enroulements adjacents;
- un de **puissance assignée** moyenne ayant des tensions moyennes et un nombre moyen de prises;
- un de la plus forte **puissance assignée** ayant les tensions les plus basses et le plus grand nombre d'enroulements.

Quand deux échantillons seulement sont choisis, il y a lieu de choisir les deux premiers.

Annex B (normative)

Testing a series of transformers

The prescriptions of this annex are intended to facilitate the testing of a series of transformers.

B.1 If a series of transformers is to be tested, the number of samples to be tested may be reduced.

Transformers can be considered as a series if:

- a) they are of the same family, this meaning that they are covered by the same section of part 2;
- b) they are of the same construction, implying that:
 - 1) they have lamination or core from the same pattern range and made of the same material,
 - 2) the same type of winding technology has been used (for example concentric or two chambers, same insulation system),
 - 3) the same assembling technology has been used (for example open type, enclosed type, encapsulated type, impregnated, potted, etc.),
 - 4) the same type of protection against overload has been used (for example fuses, **thermal cut-out**, etc.),
 - 5) they are of the same frequency range;
- c) they are designed for the same minimum and maximum ambient temperatures.

Variations in the following parameters are permitted, provided that the transformers comply in all other respects with the rules detailed above:

- 1) input voltage range;
- 2) output voltage range;
- 3) number of tapping and/or windings;
- 4) frequency in the declared frequency range;
- 5) **rated output**.

B.2 The number of samples needed in case of testing a series of transformers as defined above shall be:

- a) for parameters 1) 2) and 3): two samples minimum and not more than four, chosen in order to be sure that they represent the most unfavourable situation in the family to be tested;

NOTE 1 – The samples should be chosen according to the following rules:

- one of the lowest **rated output** with the highest voltages and the lowest number of tapplings;
- one of the highest **rated output** with the lowest voltages and the lowest number of tapplings;
- one of the lowest **rated output** with the highest number of tapplings with the highest voltage difference between adjacent windings;
- one of the medium **rated output** with medium voltages and medium number of tapplings;
- one of the highest **rated output** with the lowest voltages and the highest number of windings.

When only two samples are chosen the first two alternative should be used.

b) pour le paramètre 4): un échantillon de la plus basse fréquence et, en cas de doute, un échantillon de la plus haute fréquence à l'intérieur du domaine;

NOTE 2 – Si cela est possible, l'échantillon peut être le second échantillon choisi pour les paramètres 1), 2) et 3).

c) pour le paramètre 5): deux échantillons minimum pris aux extrémités du domaine.

NOTE 3 – Il y a lieu de choisir les échantillons selon les règles suivantes:

- un de la plus faible **puissance assignée** avec la différence en pour-cent la plus élevée entre la valeur du courant du transformateur et la valeur du courant du dispositif de protection approprié, s'il y a lieu;
- un de la plus forte **puissance assignée** avec la différence en pour-cent la plus élevée entre la valeur du courant du transformateur et la valeur du courant du dispositif de protection approprié, s'il y a lieu.;
- un échantillon représentant la condition d'échauffement la plus défavorable des enroulements et du noyau;
- un échantillon représentant la condition d'échauffement la plus défavorable de l'**enveloppe**.

Pour être sûr que, dans tous les cas, la situation la plus défavorable est couverte, le constructeur doit déclarer le type dans la série qui a les pertes maximales dans les conditions normales; ce type doit être choisi comme l'un des échantillons à essayer.

Les conditions ci-dessus peuvent être couvertes par un minimum de deux échantillons.

Le nombre de spécimens pour chaque échantillon doit être en accord avec 5.2, excepté pour:

- l'essai de 14.3 où seulement deux échantillons de trois spécimens au total sont nécessaires pour la série, les échantillons étant les deux premiers de ceux du paramètre 5;
- l'essai de 15.5 où seulement deux échantillons de trois spécimens au total sont nécessaires pour la série, les échantillons étant les deux premiers de ceux du paramètre 5;
- l'essai de 16.4 où seulement trois spécimens au total sont nécessaires pour la série, le type le plus lourd étant choisi.

B.3 Au moins un spécimen de chaque taille de feuilletage ou de taille de noyau doit être fourni pour les distances de construction, la résistance mécanique, etc.

NOTE – Les échantillons requis en B.3 doivent inclure les échantillons requis en B.2.

b) for parameter 4): one sample of the lowest frequency and, in case of doubt, one sample of the highest frequency within the range;

NOTE 2 – If possible, the sample may be the second sample chosen for parameters 1), 2) and 3).

c) for parameter 5): two samples minimum, taken from the extremities of the range.

NOTE 3 – The samples should be chosen according to the following rules:

- one of the lowest **rated output** with the highest difference in percentage between the value of the current of the transformer and the value of the current of the relevant protective device, if any;
- one of the highest **rated output** with the highest difference in percentage between the value of the current of the transformer and the value of the current of the relevant protective device, if any;
- one sample representing the most unfavourable condition of the temperature of winding and core;
- one sample representing the most unfavourable condition of the temperature rise of the **enclosure**.

To be sure that in any case the most unfavourable situation is covered, the manufacturer shall declare the type in the series having the maximum losses in normal condition; this type shall be chosen as one of the samples to be tested.

The conditions above may be covered by a minimum of two samples.

The number of specimens for each sample shall be in accordance with 5.2, except for:

- the test of 14.3 where only two samples of three specimens in total are needed for the series, the samples being the two first of parameter 5;
- the test of 15.5 where only two samples of three specimens in total are needed for the series, the samples being the two first of parameter 5;
- the test of 16.4 where only three specimens in total are needed for the series, the heaviest type being chosen.

B.3 At least one specimen of each lamination or core size shall be provided for constructional clearances, mechanical strength, etc.

NOTE – The samples required in B.3 shall include the samples used in B.2.

Annexe C (normative)

Tableau C.1 – Lignes de fuite (ldf), distances d'isolement (d) et distances à travers l'isolation (dti)

Matériau groupe II ($400 \leq CTI < 600$)

P1 = pollution degré 1 P2 = pollution degré 2 P3 = pollution degré 3

	Type d'isolation	Mesures				Tensions locales ²⁾											
		A travers l'émail des bobinages ¹⁾		Autres qu'à travers l'émail des bobinages		V											
						≥ 25 ≤ 50		100		150		300		600		1000	
		P2	P3	P2	P3	d	ldf	d	ldf	d	ldf	d	ldf	d	ldf	d	ldf
1) Isolation entre circuits primaires et circuits secondaires (isolation principale)	a) Lignes de fuite et distances d'isolement entre parties actives des circuits primaires et parties actives des circuits secondaires			X	X	0,2 0,8	0,85 1,7	0,5 0,8	1,0 2,0	1,5 1,5	1,5 2,2	3,0 3,0	3,0 4,2	5,5 5,5	5,5 8,6	8,0 8,0	8,0 14,0
		X	X			0,2 0,8	0,85 1,7	0,2 0,8	1,0 2,0	0,5 0,8	1,1 2,2	1,5 1,5	2,1 4,2	3,0 3,0	4,3 8,6	5,5 5,5	7,1 14,0
	Valeurs réduites (voir 26.2 (P1))					–	0,18	–	0,25	–	0,3	–	0,7	–	1,7	–	3,2
	b) Distance à travers l'isolation entre les circuits primaires ou les circuits secondaires et un écran métallique relié à la terre	X	X	X	X	Pas d'exigence pour l'épaisseur											
2) Isolation entre circuits primaires et circuits secondaires (isolation double ou renforcée)	c) Distances à travers l'isolation entre circuits primaires et circuits secondaires	X	X	X	X	Pas d'exigence pour l'épaisseur											
	a) Lignes de fuite et distances d'isolement entre parties actives des circuits primaires et parties actives des circuits secondaires	X	X	X	X	0,5 0,8 0,2 0,8	1,0 2,0 1,0 2,0	1,5 1,5 0,5 0,8	1,5 2,8 1,4 2,8	3,0 3,0 1,5 1,5	3,0 4,2 2,0 4,2	5,5 5,5 3,0 3,0	5,5 8,6 4,3 8,6	8,0 8,0 5,5 5,5	8,6 17,2 8,6 17,2	14,0 14,0 8,0 8,0	14,0 28,0 14,0 28,0
	Valeurs réduites (voir 26.2 (P1))					–	0,25	–	0,4	–	0,7	–	1,7	–	4,0	–	7,5
	b) Distance à travers l'isolation entre les circuits primaires ou les circuits secondaires et un écran métallique relié à la terre (voir 26.3)	X	X	X	X	dti											
	c) Distances à travers l'isolation entre circuits d'entrée et circuits secondaires voir (26.3)	X	X	X	X	dti											

Pour les notes voir page 180

Dimensions en millimètres

Annex C (normative)

Table C.1 – Creepage distances (cr), clearances (cl) and distances through insulation (dti)
Material group II ($400 \leq CTI < 600$)

P1 = pollution degree 1 P2 = pollution degree 2 P3 = pollution degree 3

	Type of insulation	Measurement				Working voltages ²⁾													
		Through winding enamel ¹⁾		Other than through winding enamel		≥25 ≤50		100		150		300		600		1000			
		P2	P3	P2	P3	cl	cr	cl	cr	cl	cr	cl	cr	cl	cr	cl	cr		
1) Insulation between input and output circuits (basic insulation)	a) Creepage distances and clearances between live parts of input circuits and live parts of output circuits	X	X	X	X	0,2 0,8 0,2 0,8	0,85 1,7 0,85 1,7	0,5 0,8 0,2 0,8	1,0 2,0 1,0 2,0	1,5 1,5 0,5 0,8	1,5 2,2 1,1 2,2	3,0 3,0 1,5 4,2	3,0 4,2 2,1 4,2	5,5 5,5 3,0 8,6	5,5 8,6 4,3 8,6	8,0 8,0 5,5 5,5	8,0 14,0 7,1 14,0		
	Reduced values, 26.2 (P1)					–	0,18	–	0,25	–	0,3	–	0,7	–	1,7	–	3,2		
						dti		dti		dti		dti		dti		dti			
	b) Distances through insulation between input or output circuits and an earthed metal screen	X	X	X	X	No requirements of thickness													
	c) Distances through insulation between input and output circuits	X	X	X	X	No requirements of thickness													
2) Insulation between input and output circuits (double or reinforced insulation)	a) Creepage distances and clearances between live parts of input circuits and live parts of output circuits	X	X	X	X	0,5 0,8 0,2 0,8	1,0 2,0 1,0 2,0	1,5 1,5 0,5 0,8	1,5 2,8 1,4 2,8	3,0 3,0 1,5 1,5	3,0 4,2 2,0 4,2	5,5 5,5 3,0 3,0	5,5 8,6 4,3 8,6	8,0 8,0 5,5 5,5	8,6 17,2 8,6 17,2	14,0 14,0 8,0 8,0	14,0 28,0 14,0 28,0		
	Reduced values, see 26.2 (P1)					–	0,25	–	0,4	–	0,7	–	1,7	–	4,0	–	7,5		
						dti		dti		dti		dti		dti		dti			
	b) Distances through insulation between input or output circuits and an earthed metal screen, see 26.3	X	X	X	X	0,1 [0,05] ⁷⁾		0,2 [0,07] ⁷⁾		0,25 [0,08] ⁷⁾		0,5 [0,16] ⁷⁾		0,7 [0,19] ⁷⁾		1,0 [0,25] ⁷⁾			
	c) Distances through insulation between input and output circuits, see 26.3	X	X	X	X	0,2 ⁴⁾ [0,1] ⁵⁾ – ₆₎		0,3 ⁴⁾ [0,1] ⁵⁾ – ₆₎		0,5 ⁴⁾ [0,15] ⁵⁾ – ₆₎		1,0 ⁴⁾ [0,3] ⁵⁾ – ₆₎		1,5 ⁴⁾ [0,4] ⁵⁾ – ₆₎		2,0 ⁴⁾ [0,5] ⁵⁾ – ₆₎			

For notes, see page 181

Dimensions in millimetres

Tableau C.1 (suite)

	Type d'isolation	Mesures				Tensions locales ²⁾											
		A travers l'émail des bobinages ¹⁾		Autres qu'à travers l'émail des bobinages		≥25 ≤50		100		150		300		600		1000	
		P2	P3	P2	P3	d	ldf	d	ldf	d	ldf	d	ldf	d	ldf	d	ldf
3) Isolation entre circuits primaires adjacents ou isolation entre circuits secondaires adjacents ³⁾	Lignes de fuites et distances d'isolement	X	X	X	X	0,2 0,8	0,85 1,7	0,2 0,8	1,0 2,0	0,2 0,8	1,1 2,2	0,5 0,8	2,1 4,2	1,5 1,5	4,3 8,6	3,0 3,0	7,1 14,0
	Valeurs réduites voir (26.2 (P1))					–	0,18	–	0,25	–	0,3	–	0,7	–	1,7	–	3,2
4) Lignes de fuite et distances d'isolement entre bornes pour les connexions des câbles et conducteurs externes à l'exclusion de celles entre vis des bornes pour les circuits primaires et secondaires	a) Jusqu'à 6 A inclus	X	X	X	X	3,0		3,6		4,0		6,0		9,0		12,5	
	b) Au-dessus de 6 A jusqu'à 16 A inclus	X	X	X	X	5,0		6,0		7,0		10,0		13,0		16,0	
	c) Au-dessus de 16 A	X	X	X	X	10,0		11,0		12,0		14,0		17,0		20,0	
5) Isolation principale ou supplémentaire	Entre: a) parties actives de polarité différente b) parties actives et la masse si celle-ci est destinée à être connectée au conducteur de protection c) parties métalliques accessibles et une tige de métal de même diamètre que le câble souple (ou une feuille métallique enroulée autour du câble) introduite dans l'orifice des traversées, dispositifs d'arrêt et analogues d) parties actives et une partie métallique intermédiaire e) une partie métallique intermédiaire et la masse	X	X	X	X	0,2 0,8 0,2 0,8	0,9 1,7 0,9 1,7	0,5 0,8 0,2 0,8	1,0 2,0 1,0 2,0	1,5 1,5 0,5 0,8	1,5 2,2 1,1 2,2	3,0 3,0 1,5 1,5	3,0 4,2 2,1 4,2	5,5 5,5 3,0 3,0	5,5 8,6 4,3 8,6	8,0 8,0 5,5 5,5	8,0 14,0 7,1 14,0
	Valeurs réduites voir 26.2 (P1)					–	0,03	–	0,1	–	0,24	–	0,7	–	1,7	–	3,2

Pour les notes voir page 180

Dimensions en millimètres

Table C.1 (continued)

	Type of insulation	Measurement				Working voltages ²⁾											
		Through winding enamel ¹⁾		Other than through winding enamel		≥25 ≤50		100		150		300		600		1000	
		P2	P3	P2	P3	cl	cr	cl	cr	cl	cr	cl	cr	cl	cr	cl	cr
3) Insulation between adjacent input circuits or insulation between adjacent output circuits ³⁾	Creepage distances and clearances	X	X	X	X	0,2 0,8	0,85 1,7	0,2 0,8	1,0 2,0	0,2 0,8	1,1 2,2	0,5 0,8	2,1 4,2	1,5 1,5	4,3 8,6	3,0 3,0	7,1 14,0
	Reduced values see 26.2 (P1)					–	0,18	–	0,25	–	0,3	–	0,7	–	1,7	–	3,2
4) Creepage distances and clearances between terminals for the connection of external cables and cords excluding those between screw terminals for input and for output circuits	a) Up to and including 6 A	X	X	X	X	3,0		3,6		4,0		6,0		9,0		12,5	
	b) Over 6 A up to and including 16 A	X	X	X	X	5,0		6,0		7,0		10,0		13,0		16,0	
	c) Over 16 A	X	X	X	X	10,0		11,0		12,0		14,0		17,0		20,0	
5) Basic or supplementary insulation	Between:																
	a) live parts of different polarity			X		0,2	0,9	0,5	1,0	1,5	1,5	3,0	3,0	5,5	5,5	8,0	8,0
	b) live parts and the body if intended to be connected to protective earth				X	0,8	1,7	0,8	2,0	1,5	2,2	3,0	4,2	5,5	8,6	8,0	14,0
	c) accessible metal parts and metal rod of the same diameter as the flexible cable or cord (or metal foil wrapped around the cord) inserted inside inlet bushing, anchorage and the like	X				0,2	0,9	0,2	1,0	0,5	1,1	1,5	2,1	3,0	4,3	5,5	7,1
	d) live parts and an intermediate metal part		X			0,8	1,7	0,8	2,0	0,8	2,2	1,5	4,2	3,0	8,6	5,5	14,0
	e) an intermediate metal part and the body																
	Reduced values, see 26.2 (P1)					–	0,03	–	0,1	–	0,24	–	0,7	–	1,7	–	3,2

For notes, see page 181

Dimensions in millimetres

Tableau C.1 (fin)

	Type d'isolation	Mesures		Tensions locales ²⁾													
				V													
		A travers l'émail des bobinages ¹⁾		Autres qu'à travers l'émail des bobinages		≥25 ≤50		100		150		300		600		1000	
		P2	P3	P2	P3	d	ldf	d	ldf	d	ldf	d	ldf	d	ldf	d	ldf
6) Isolation double ou renforcée	Entre masse et parties actives			X		0,5	1,0	1,5	1,5	3,0	3,0	5,5	5,5	8,0	8,6	14,0	14,0
		X			X	0,8	2,0	1,5	3,0	3,0	4,2	5,5	8,6	8,0	17,2	14,0	28,0
	Entre masse et parties actives des circuits secondaires s'ils sont protégés par des dispositions additionnelles contre les tensions transitoires			X		0,2	1,0	0,2	1,5	0,5	2,1	1,5	4,3	3,0	8,6	5,5	14,0
		X			X	0,8	2,0	0,8	3,0	0,8	4,2	1,5	8,6	3,0	17,2	5,5	28,0
	Valeurs réduites (voir 26.2 (P1))					–	0,25	–	0,4	–	0,7	–	1,7	–	4,0	–	7,5
7) Distances à travers l'isolation (à l'exclusion de l'isolation entre circuits primaires et secondaire)	a) Principale ⁸⁾	X	X	X	X	Pas d'exigence pour l'épaisseur											
	b) Supplémentaire ⁸⁾					dti		dti		dti		dti		dti		dti	
		X	X	X	X	0,1 ⁴⁾ [0,05] ⁵⁾ – ⁶⁾		0,15 ⁴⁾ [0,05] ⁵⁾ – ⁶⁾		0,25 ⁴⁾ [0,08] ⁵⁾ – ⁶⁾		0,5 ⁴⁾ [0,15] ⁵⁾ – ⁶⁾		0,75 ⁴⁾ [0,20] ⁵⁾ – ⁶⁾		1,0 ⁴⁾ [0,25] ⁵⁾ – ⁶⁾	
	c) Renforcée	X	X	X	X	0,2 ⁴⁾ [0,1] ⁵⁾ – ⁶⁾		0,3 ⁴⁾ [0,1] ⁵⁾ – ⁶⁾		0,5 ⁴⁾ [0,15] ⁵⁾ – ⁶⁾		1,0 ⁴⁾ [0,3] ⁵⁾ – ⁶⁾		1,5 ⁴⁾ [0,4] ⁵⁾ – ⁶⁾		2,0 ⁴⁾ [0,5] ⁵⁾ – ⁶⁾	

NOTES

Dimensions en millimètres

- 1) Mesures à travers l'émail des fils de bobinage si ces fils satisfont au moins au grade 1 de la CEI 317.
- 2) Les valeurs des **lignes de fuite**, **distances d'isolement** et distances à travers l'isolation peuvent être obtenues pour des valeurs intermédiaires de **tension locale** par interpolation entre les valeurs du tableau. Aucune valeur n'est requise pour les **tensions locales** inférieures à 25 V, la tension d'essai du tableau 8 étant considérée comme suffisante.
- 3) Ces valeurs ne s'appliquent pas:
 - à l'intérieur de chaque enroulement ou entre groupes d'enroulements destinés à être connectés ensemble, pourvu que les extrémités des enroulements à connecter ensemble soient au même potentiel,
 - là où la **tension locale** ne dépasse pas 300 V et les fils de bobinage satisfont au moins au grade 1 de la CEI 317, même si les enroulements sont destinés à être connectés en série ou en parallèle (par exemple tensions primaires 110/220 V).
- 4) Pour l'isolation solide.
- 5) Dans le cas d'une isolation constituée de trois couches.
- 6) Dans le cas d'une isolation constituée de deux couches séparées (des couches collées ne sont pas permises dans ce cas) et chaque couche satisfait à l'essai au mandrin de 26.3 à une tension de 5,5 kV.
- 7) Dans le cas d'une isolation constituée de deux couches.
- 8) Lorsqu'une **double isolation** est prescrite entre les **circuits primaires** et **secondaires**, l'épaisseur totale à travers l'isolation doit être la même que celle indiquée à la case 2 c), que la mesure soit directe ou via des parties métalliques.
- 9) Lorsque les couches d'isolation sont faites de tours de ruban isolant, il convient que l'enroulement du ruban soit tel qu'à chaque emplacement il y ait au moins le nombre de couches requis.
- 10) Lorsqu'un nombre est remplacé par un tiret dans l'une quelconque des colonnes du tableau, cela signifie qu'aucune valeur n'est requise.

Table C.1 (concluded)

	Type of insulation	Measurement		Working voltages ²⁾													
				V													
		Through winding enamel ¹⁾		Other than through winding enamel		≥25 ≤50		100		150		300		600		1000	
		P2	P3	P2	P3	cl	cr	cl	cr	cl	cr	cl	cr	cl	cr	cl	cr
6) Reinforced or double insulation	Between the body and live parts			X		0,5	1,0	1,5	1,5	3,0	3,0	5,5	5,5	8,0	8,6	14,0	14,0
					X	0,8	2,0	1,5	3,0	3,0	4,2	5,5	8,6	8,0	17,2	14,0	28,0
		X				0,2	1,0	0,5	1,5	1,5	2,1	3,0	4,3	5,5	8,6	8,0	14,0
			X			0,8	2,0	0,8	3,0	1,5	4,2	3,0	8,6	5,5	17,2	8,0	28,0
	Between body and live parts of the output circuit if protected by additional provisions against transient voltages	X		X		0,2	1,0	0,2	1,5	0,5	2,1	1,5	4,3	3,0	8,6	5,5	14,0
			X		X	0,8	2,0	0,8	3,0	0,8	4,2	1,5	8,6	3,0	17,2	5,5	28,0
	Reduced values, see 26.2 (P1)					–	0,25	–	0,4	–	0,7	–	1,7	–	4,0	–	7,5
7) Distance through insulation (excluding insulation between input and output circuit)	a) Basic ⁸⁾	X	X	X	X	No requirement of thickness											
						dti		dti		dti		dti		dti		dti	
	b) Supplementary ⁸⁾	X	X	X	X	0,1 ⁴⁾ [0,05] ⁵⁾ – ⁶⁾		0,15 ⁴⁾ [0,05] ⁵⁾ – ⁶⁾		0,25 ⁴⁾ [0,08] ⁵⁾ – ⁶⁾		0,5 ⁴⁾ [0,15] ⁵⁾ – ⁶⁾		0,75 ⁴⁾ [0,20] ⁵⁾ – ⁶⁾		1,0 ⁴⁾ [0,25] ⁵⁾ – ⁶⁾	
	c) Reinforced	X	X	X	X	0,2 ⁴⁾ [0,1] ⁵⁾ – ⁶⁾		0,3 ⁴⁾ [0,1] ⁵⁾ – ⁶⁾		0,5 ⁴⁾ [0,15] ⁵⁾ – ⁶⁾		1,0 ⁴⁾ [0,3] ⁵⁾ – ⁶⁾		1,5 ⁴⁾ [0,4] ⁵⁾ – ⁶⁾		2,0 ⁴⁾ [0,5] ⁵⁾ – ⁶⁾	

NOTES

Dimensions in millimetres

- 1) Measurement through winding wire enamel if the winding wire complies at least with grade 1 of IEC 317.
- 2) Values of **creepage distances** and **clearances** and distances through insulation may be found for intermediate values of **working voltages** by interpolation between the values in the table. No values are required for **working voltages** below 25 V as the voltage test of table 8 is considered sufficient.
- 3) These values do not apply:
 - inside each winding or between groups of windings intended to be permanently connected together, provided that the termination of windings to be connected together are at the same potential,
 - where the **working voltage** does not exceed 300 V and the winding wires comply at least with grade 1 of IEC 317, even if the windings are intended to be connected in a series or parallel arrangement (e.g. input voltage 110/220 V).
- 4) For solid insulation.
- 5) In the case of insulation consisting of three layers.
- 6) In the case of insulation consisting of two separate layers (no glued layers are allowed in this case) and each layer passes the mandrel test of 26.3 at a voltage of 5,5 kV.
- 7) In the case of insulation consisting of two layers.
- 8) When **double insulation** is required between **input** and **output windings**, the total thickness through insulation shall be the same as shown in box 2 c) whether measured directly or via metals parts.
- 9) When the layers of insulation are made of turns of insulating tape, the winding of the tape should be such that at every place there is at least the required number of layers.
- 10) When a number is replaced by a dash in a column of the table it means that no value is required.

Annexe D (normative)

Tableau D.1 – Lignes de fuite (ldf), distances d'isolement (d) et distances à travers l'isolation (dti)
Matériau groupe I (CTI ≥600)

P1 = pollution degré 1 P2 = pollution degré 2 P3 = pollution degré 3

	Type d'isolation	Mesures				Tensions locales ²⁾											
		A travers l'émail des bobinages ¹⁾		Autres qu'à travers l'émail des bobinages		V											
		P2	P3	P2	P3	≥25 ≤50		100		150		300		600		1000	
						d	ldf	d	ldf	d	ldf	d	ldf	d	ldf	d	ldf
1) Isolation entre circuits primaires et circuits secondaires (isolation principale)	a) Lignes de fuite et distances d'isolement entre parties actives des circuits primaires et parties actives des circuits secondaires			X		0,2 0,8 0,2 0,8	0,6 1,5 0,6 1,5	0,5 0,8 0,2 0,8	0,7 1,8 0,7 1,8	1,5 1,5 0,5 0,8	1,5 2,0 0,8 2,0	3,0 3,0 1,5 3,9	3,0 3,9 1,5 3,9	5,5 5,5 3,0 7,	5,5 7,7 3,0 7,	8,0 8,0 5,5 5	8,0 12,5 5,5 12,5
		X	X		X												
	Valeurs réduites, voir 26.2 (P1)					–	0,18	–	0,25	–	0,3	–	0,7	–	1,7	–	3,2
						dti											
	b) Distance à travers l'isolation entre les circuits primaires ou les circuits secondaires et un écran métallique relié à la terre	X	X	X	X	Pas d'exigence pour l'épaisseur											
2) Isolation entre circuits primaires et circuits secondaires (isolation double ou renforcée)	a) Lignes de fuite et distances d'isolement entre parties actives des circuits primaires et parties actives des circuits secondaires	X	X	X	X	0,5 0,8 0,2 0,8	0,7 1,8 0,7 1,8	1,5 1,5 0,5 0,8	1,5 2,5 1,0 2,5	3,0 3,0 1,5 1,5	3,0 3,9 1,5 3,9	5,5 5,5 3,0 7,7	5,5 7,7 3,0 7,7	8,0 8,0 5,5 5,5	8,0 16,0 6,0 16,0	14,0 14,0 8,0 8,0	14,0 25,0 10,0 25,0
						–	0,25	–	0,4	–	0,7	–	1,7	–	4,0	–	7,5
	Valeurs réduites, voir 26.2 (P1)					dti											
	b) Distance à travers l'isolation entre les circuits primaires ou les circuits secondaires et un écran métallique relié à la terre voir 26.3	X	X	X	X	0,1 [0,05] ⁷⁾		0,2 [0,07] ⁷⁾		0,25 [0,08] ⁷⁾		0,5 [0,16] ⁷⁾		0,7 [0,19] ⁷⁾		1,0 [0,25] ⁷⁾	
	c) Distances à travers l'isolation entre circuits d'entrée et circuits secondaires voir 26.3	X	X	X	X	0,2 ⁴⁾ [0,1] ⁵⁾ – ⁶⁾		0,3 ⁴⁾ [0,1] ⁵⁾ – ⁶⁾		0,5 ⁴⁾ [0,15] ⁵⁾ – ⁶⁾		1,0 ⁴⁾ [0,3] ⁵⁾ – ⁶⁾		1,5 ⁴⁾ [0,4] ⁵⁾ – ⁶⁾		2,0 ⁴⁾ [0,5] ⁵⁾ – ⁶⁾	

Pour les notes voir page 186

Dimensions en millimètres

Annex D (normative)

Table D.1 – Creepage distances (cr), clearances (cl) and distances through insulation (dti)
Material group I (CTI ≥ 600)

P1 = pollution degree 1 P2 = pollution degree 2 P3 = pollution degree 3

	Type of insulation	Measurement				Working voltages ²⁾											
						V											
		Through winding enamel ¹⁾		Other than through winding enamel		≥25 ≤50		100		150		300		600		1000	
		P2	P3	P2	P3	cl	cr	cl	cr	cl	cr	cl	cr	cl	cr	cl	cr
1) Insulation between input and output circuits (basic insulation)	a) Creepage distances and clearances between live parts of input circuits and live parts of output circuits	X	X	X	X	0,2 0,8 0,2 0,8	0,6 1,5 0,6 1,5	0,5 0,8 0,2 0,8	0,7 1,8 0,7 1,8	1,5 1,5 0,5 0,8	1,5 2,0 0,8 2,0	3,0 3,0 1,5 3,9	3,0 3,9 1,5 3,9	5,5 5,5 3,0 7,	5,5 7,7 3,0 7,	8,0 8,0 5,5 5	8,0 12,5 5,5 12,5
	Reduced values, 26.2 (P1)					–	0,18	–	0,25	–	0,3	–	0,7	–	1,7	–	3,2
						dti		dti		dti		dti		dti		dti	
	b) Distances through insulation between input or output circuits and an earthed metal screen	X	X	X	X	No requirements of thickness											
	c) Distances through insulation between input and output circuits	X	X	X	X	No requirements of thickness											
2) Insulation between input and output circuits (double or reinforced insulation)	a) Creepage distances and clearances between live parts of input circuits and live parts of output circuits	X	X	X	X	0,5 0,8 0,2 0,8	0,7 1,8 0,7 1,8	1,5 1,5 0,5 0,8	1,5 2,5 1,0 2,5	3,0 3,0 1,5 1,5	3,0 3,9 1,5 3,9	5,5 5,5 3,0 7,7	5,5 7,7 3,0 7,7	8,0 8,0 5,5 16,0	8,0 16,0 6,0 16,0	14,0 14,0 8,0 8,0	14,0 25,0 10,0 25,0
	Reduced values, see 26.2 (P1)					–	0,25	–	0,4	–	0,7	–	1,7	–	4,0	–	7,5
						dti		dti		dti		dti		dti		dti	
	b) Distances through insulation between input or output circuits and an earthed metal screen, see 26.3	X	X	X	X	0,1 [0,05] ⁷⁾		0,2 [0,07] ⁷⁾		0,25 [0,08] ⁷⁾		0,5 [0,16] ⁷⁾		0,7 [0,19] ⁷⁾		1,0 [0,25] ⁷⁾	
	c) Distances through insulation between input and output circuits, see 26.3	X	X	X	X	0,2 ⁴⁾ [0,1] ⁵⁾ – ₆₎		0,3 ⁴⁾ [0,1] ⁵⁾ – ₆₎		0,5 ⁴⁾ [0,15] ⁵⁾ – ₆₎		1,0 ⁴⁾ [0,3] ⁵⁾ – ₆₎		1,5 ⁴⁾ [0,4] ⁵⁾ – ₆₎		2,0 ⁴⁾ [0,5] ⁵⁾ – ₆₎	

For notes, see page 187

Dimensions in millimetres

Tableau D.1 (suite)

	Type d'isolation	Mesures				Tensions locales ²⁾											
		A travers l'émail des bobinages ¹⁾		Autres qu'à travers l'émail des bobinages		≥25 ≤50		100		150		300		600		1000	
		P2	P3	P2	P3	d	ldf	d	ldf	d	ldf	d	ldf	d	ldf	d	ldf
3) Isolation entre circuits primaires adjacents ou isolation entre circuits secondaires adjacents ³⁾	Lignes de fuites et distances d'isolement	X	X	X	X	0,2 0,8	0,6 1,5	0,2 0,8	0,7 1,8	0,2 0,8	0,8 2,0	0,5 0,8	1,5 3,9	1,5 1,5	3,0 7,7	3,0 3,0	5,0 12,5
	Valeurs réduites voir 26.2 (P1)					–	0,18	–	0,25	–	0,3	–	0,7	–	1,7	–	3,2
4) Lignes de fuite et distances d'isolement entre bornes pour les connexions des câbles et conducteurs externes à l'exclusion de celles entre vis des bornes pour les circuits primaires et secondaires	a) Jusqu'à 6 A inclus	X	X	X	X	3,0		3,6		4,0		6,0		9,0		12,5	
	b) Au-dessus de 6 A jusqu'à 16 A inclus	X	X	X	X	5,0		6,0		7,0		10,0		13,0		16,0	
	c) Au-dessus de 16 A	X	X	X	X	10,0		11,0		12,0		14,0		17,0		20,0	
5) Isolation principale ou supplémentaire	Entre: a) parties actives de polarité différente b) parties actives et la masse si celle-ci est destinée à être connectée au conducteur de protection c) parties métalliques accessibles et une tige de métal de même diamètre que le câble souple (ou une feuille métallique enroulée autour du câble) introduite dans l'orifice des traversées, dispositifs d'arrêt et analogues d) parties actives et une partie métallique intermédiaire e) une partie métallique intermédiaire et la masse	X		X	X	0,2 0,8	0,6 1,5	0,5 0,8	0,7 1,8	1,5 2,0	1,5 2,0	3,0 3,0	3,0 3,9	5,5 5,5	5,5 7,7	8,0 8,0	8,0 12,5
			X			0,2 0,8	0,6 1,5	0,2 0,8	0,7 1,8	0,5 0,8	0,8 2,0	1,5 1,5	3,0 3,9	3,0 3,0	5,5 7,7	5,5 5,5	12,5
	Valeurs réduites voir 26.2 (P1)					–	0,03	–	0,1	–	0,24	–	0,7	–	1,7	–	3,2

Pour les notes voir page 186

Dimensions en millimètres

Table D.1 (continued)

	Type of insulation	Measurement				Working voltages ²⁾											
		Through winding enamel ¹⁾		Other than through winding enamel		≥25 ≤50		100		150		300		600		1000	
		P2	P3	P2	P3	cl	cr	cl	cr	cl	cr	cl	cr	cl	cr	cl	cr
3) Insulation between adjacent input circuits or insulation between adjacent output circuits ³⁾	Creepage distances and clearances	X	X	X	X	0,2 0,8	0,6 1,5	0,2 0,8	0,7 1,8	0,2 0,8	0,8 2,0	0,5 0,8	1,5 3,9	1,5 1,5	3,0 7,7	3,0 3,0	5,0 12,5
	Reduced values see 26.2 (P1)					–	0,18	–	0,25	–	0,3	–	0,7	–	1,7	–	3,2
4) Creepage distances and clearances between terminals for the connection of external cables and cords excluding those between screw terminals for input and for output circuits	a) Up to and including 6 A	X	X	X	X	3,0		3,6		4,0		6,0		9,0		12,5	
	b) Over 6 A up to and including 16 A	X	X	X	X	5,0		6,0		7,0		10,0		13,0		16,0	
	c) Over 16 A	X	X	X	X	10,0		11,0		12,0		14,0		17,0		20,0	
5) Basic or supplementary insulation	Between:																
	a) live parts of different polarity			X		0,2	0,6	0,5	0,7	1,5	1,5	3,0	3,0	5,5	5,5	8,0	8,0
	b) live parts and the body if intended to be connected to protective earth	X			X	0,8	1,5	0,8	1,8	1,5	2,0	3,0	3,9	5,5	7,7	8,0	12,5
	c) accessible metal parts and metal rod of the same diameter as the flexible cable or cord (or metal foil wrapped around the cord) inserted inside inlet bushing, anchorage and the like		X			0,2	0,6	0,2	0,7	0,5	0,8	1,5	1,5	3,0	3,0	5,5	5,5
	d) live parts and an intermediate metal part					0,8	1,5	0,8	1,8	0,8	2,0	1,5	3,9	3,0	7,7	5,5	12,5
	e) an intermediate metal part and the body																
	Reduced values, see 26.2 (P1)					–	0,03	–	0,1	–	0,24	–	0,7	–	1,7	–	3,2

For notes, see page 187

Dimensions in millimetres

Tableau D.1 (fin)

	Type d'isolation	Mesures				Tensions locales ²⁾											
						V											
		A travers l'émail des bobinages ¹⁾		Autres qu'à travers l'émail des bobinages		≥25 ≤50		100		150		300		600		1000	
		P2	P3	P2	P3	d	ldf	d	ldf	d	ldf	d	ldf	d	ldf	d	ldf
6) Isolation double ou renforcée	Entre masse et parties actives			X	X	0,5	0,7	1,5	1,5	3,0	3,0	5,5	5,5	8,0	8,0	14,0	14,0
		X				0,8	1,8	1,5	2,5	3,0	3,9	5,5	7,7	8,0	16,0	14,0	25,0
			X			0,2	0,7	0,5	1,0	1,5	1,5	3,0	3,0	5,5	6,0	8,0	10,0
						0,8	1,8	0,8	2,5	1,5	3,9	3,0	7,7	5,5	16,0	8,0	25,0
	Entre masse et parties actives des circuits secondaires s'ils sont protégés par des dispositions additionnelles contre les tensions transitoires	X		X		0,2	0,7	0,2	1,0	0,5	1,5	1,5	3,0	3,0	6,0	5,5	10,0
			X		X	0,8	1,8	0,8	2,5	0,5	3,9	1,5	7,7	3,0	16,0	5,5	25,0
	Valeurs réduites, voir 26.2 (P1)					–	0,25	–	0,4	–	0,7	–	1,7	–	4,0	–	7,5
7) Distances à travers l'isolation (à l'exclusion de l'isolation entre circuits primaire et secondaire	a) Principale ⁸⁾	X	X	X	X	Pas d'exigence pour l'épaisseur											
	b) Supplémentaire ⁸⁾					dti		dti		dti		dti		dti		dti	
		X	X	X	X	0,1 ⁴⁾ [0,05] ⁵⁾ – ₆₎	0,15 ⁴⁾ [0,05] ⁵⁾ – ₆₎	0,25 ⁴⁾ [0,08] ⁵⁾ – ₆₎	0,5 ⁴⁾ [0,15] ⁵⁾ – ₆₎	0,75 ⁴⁾ [0,20] ⁵⁾ – ₆₎	1,0 ⁴⁾ [0,25] ⁵⁾ – ₆₎						
c) Renforcée	X	X	X	X	0,2 ⁴⁾ [0,1] ⁵⁾ – ₆₎	0,3 ⁴⁾ [0,1] ⁵⁾ – ₆₎	0,5 ⁴⁾ [0,15] ⁵⁾ – ₆₎	1,0 ⁴⁾ [0,3] ⁵⁾ – ₆₎	1,5 ⁴⁾ [0,4] ⁵⁾ – ₆₎	2,0 ⁴⁾ [0,5] ⁵⁾ – ₆₎							

NOTES

Dimensions en millimètres

- 1) Mesures à travers l'émail des fils de bobinage si ces fils satisfont au moins au grade 1 de la CEI 317.
- 2) Les valeurs des **lignes de fuite**, **distances d'isolement** et distances à travers l'isolation peuvent être obtenues pour des valeurs intermédiaires de **tension locale** par interpolation entre les valeurs du tableau. Aucune valeur n'est requise pour les **tensions locales** inférieures à 25 V, la tension d'essai du tableau 8 étant considérée comme suffisante.
- 3) Ces valeurs ne s'appliquent pas:
– à l'intérieur de chaque enroulement ou entre groupes d'enroulements destinés à être connectés ensemble, pourvu que les extrémités des enroulements à connecter ensemble soient au même potentiel,
– là où la **tension locale** ne dépasse pas 300 V et les fils de bobinage satisfont au moins au grade 1 de la CEI 317, même si les enroulements sont destinés à être connectés en série ou en parallèle (par exemple tensions primaires 110/220 V).
- 4) Pour l'isolation solide.
- 5) Dans le cas d'une isolation constituée de trois couches.
- 6) Dans le cas d'une isolation constituée de deux couches séparées (des couches collées ne sont pas permises dans ce cas) et chaque couche satisfait à l'essai au mandrin de 26.3 à une tension de 5,5 kV.
- 7) Dans le cas d'une isolation constituée de deux couches.
- 8) Lorsqu'une **double isolation** est prescrite entre les **circuits primaires** et **secondaires**, l'épaisseur totale à travers l'isolation doit être la même que celle indiquée à la case 2 c), que la mesure soit directe ou via des parties métalliques.
- 9) Lorsque les couches d'isolation sont faites de tours de ruban isolant, il convient que l'enroulement du ruban soit tel qu'à chaque emplacement il y ait au moins le nombre de couches requis.
- 10) Lorsqu'un nombre est remplacé par un tiret dans l'une quelconque des colonnes du tableau, cela signifie qu'aucune valeur n'est requise.

Table D.1 (concluded)

	Type of insulation	Measurement				Working voltages ²⁾											
						V											
		Through winding enamel ¹⁾		Other than through winding enamel		≥25 ≤50		100		150		300		600		1000	
		P2	P3	P2	P3	cl	cr	cl	cr	cl	cr	cl	cr	cl	cr	cl	cr
6) Reinforced or double insulation	Between the body and live parts			X	X	0,5	0,7	1,5	1,5	3,0	3,0	5,5	5,5	8,0	8,0	14,0	14,0
		X	X			0,8	1,8	1,5	2,5	3,0	3,9	5,5	7,7	8,0	16,0	14,0	25,0
						0,2	0,7	0,5	1,0	1,5	1,5	3,0	3,0	5,5	6,0	8,0	10,0
					0,8	1,8	0,8	2,5	1,5	3,9	3,0	7,7	5,5	16,0	8,0	25,0	
	Between body and live parts of the output circuit if protected by additional provisions against transient voltages	X	X	X	X	0,2	0,7	0,2	1,0	0,5	1,5	1,5	3,0	3,0	6,0	5,5	10,0
						0,8	1,8	0,8	2,5	0,5	3,9	1,5	7,7	3,0	16,0	5,5	25,0
	Reduced values, see 26.2 (P1)					–	0,25	–	0,4	–	0,7	–	1,7	–	4,0	–	7,5
7) Distance through insulation (excluding insulation between input and output circuit)	a) Basic ⁸⁾	X	X	X	X	No requirement of thickness											
	b) Supplementary ⁸⁾					dti	dti	dti	dti	dti	dti						
		X	X	X	X	0,1 ⁴⁾ [0,05] ⁵⁾ – ⁶⁾	0,15 ⁴⁾ [0,05] ⁵⁾ – ⁶⁾	0,25 ⁴⁾ [0,08] ⁵⁾ – ⁶⁾	0,5 ⁴⁾ [0,15] ⁵⁾ – ⁶⁾	0,75 ⁴⁾ [0,20] ⁵⁾ – ⁶⁾	1,0 ⁴⁾ [0,25] ⁵⁾ – ⁶⁾						
c) Reinforced	X	X	X	X	0,2 ⁴⁾ [0,1] ⁵⁾ – ⁶⁾	0,3 ⁴⁾ [0,1] ⁵⁾ – ⁶⁾	0,5 ⁴⁾ [0,15] ⁵⁾ – ⁶⁾	1,0 ⁴⁾ [0,3] ⁵⁾ – ⁶⁾	1,5 ⁴⁾ [0,4] ⁵⁾ – ⁶⁾	2,0 ⁴⁾ [0,5] ⁵⁾ – ⁶⁾							

NOTES

Dimensions in millimetres

- 1) Measurement through winding wire enamel if the winding wire complies at least with grade 1 of IEC 317.
- 2) Values of **creepage distances** and **clearances** and distances through insulation may be found for intermediate values of **working voltages** by interpolation between the values in the table. No values are required for **working voltages** below 25 V as the voltage test of table 8 is considered sufficient.
- 3) These values do not apply:
 - inside each winding or between groups of windings intended to be permanently connected together, provided that the termination of windings to be connected together are at the same potential,
 - where the **working voltage** does not exceed 300 V and the winding wires comply at least with grade 1 of IEC 317, even if the windings are intended to be connected in a series or parallel arrangement (e.g. input voltage 110/220 V).
- 4) For solid insulation.
- 5) In the case of insulation consisting of three layers.
- 6) In the case of insulation consisting of two separate layers (no glued layers are allowed in this case) and each layer passes the mandrel test of 26.3 at a voltage of 5,5 kV.
- 7) In the case of insulation consisting of two layers.
- 8) When **double insulation** is required between **input** and **output windings**, the total thickness through insulation shall be the same as shown in box 2 c) whether measured directly or via metals parts.
- 9) When the layers of insulation are made of turns of insulating tape, the winding of the tape should be such that at every place there is at least the required number of layers.
- 10) When a number is replaced by a dash in a column of the table it means that no value is required.

Annexe E (normative)

Essai au fil incandescent

L'essai au fil incandescent est réalisé conformément à la CEI 695-2-1/0.

Pour les besoins de la présente norme, ce qui suit s'applique avec référence aux articles et paragraphes correspondants de la CEI 695-2-1/1.

5 Sévérités

La température du nez du fil incandescent doit être 650 °C.

7 Conditionnement

Le préconditionnement est demandé.

9 Mode opératoire

Ajouter en 9.1 l'alinéa suivant:

Si possible, le nez du fil incandescent est appliqué contre des surfaces plates et non pas sur des rainures, des entrées défonçables, des cavités ou des arêtes vives.

Annex E (normative)

Glow-wire test

The glow-wire test is carried out in accordance with IEC 695-2-1/0

For the purpose of this standard, the following applies with reference to the relevant clauses and subclauses of IEC 695-2-1/1.

5 Severity

The temperature of the tip of the glow-wire shall be 650 °C.

7 Conditioning

Preconditioning is required.

9 Test procedure

Add to 9.1 the following paragraph:

If possible, the tip of the glow-wire is applied to flat surfaces and not to grooves, knock-outs, narrow recesses or sharp edges.

Annexe F (normative)

Prescriptions pour les interrupteurs conformes à la CEI 1058

F.1 Les interrupteurs mécaniques qui fonctionnent manuellement doivent respecter l'une des exigences suivantes, a) ou b)

a) L'interrupteur essayé comme un composant séparé doit être conforme aux exigences et essais de la CEI 1058-1, dont ce qui suit s'applique:

- le nombre de cycles de fonctionnement doit être de 10 000 (voir 7.1.4.4 de la CEI 1058-1);
- l'interrupteur doit être prévu pour une utilisation dans une situation de degré de **pollution** correspondant (voir 7.1.6.2 de la CEI 1058-1);
- l'interrupteur doit être de catégorie D en ce qui concerne la résistance à la chaleur et au feu (voir 7.1.9.3 de la CEI 1058-1).

Les caractéristiques de l'interrupteur en ce qui concerne:

- 1) les caractéristiques assignées de l'interrupteur (voir article 6 de la CEI 1058-1);
- 2) la classification de l'interrupteur selon
 - la nature de l'alimentation (voir 7.1.1 de la CEI 1058-1),
 - le type de charge à être commandé par l'interrupteur (voir 7.1.2 de la CEI 1058-1),
 - la température de l'air ambiant (voir 7.1.3 de la CEI 1058-1)

doivent être appropriées pour la fonction de l'interrupteur dans les conditions normales de fonctionnement.

Si l'interrupteur est un interrupteur du réseau qui commande un ou des socles de prise de courant du réseau, le courant assigné I et le courant de crête de décharge assignée du ou des socles de prise de courant comme spécifié à l'article F.2 doivent être pris en compte.

La conformité est vérifiée selon les spécifications d'essais de la CEI 1058-1, par examen et par des mesures.

b) L'interrupteur essayé comme partie d'un appareil fonctionnant dans les conditions normales doit respecter les exigences des articles F.2, F.3 et F.4.

F.2 L'interrupteur doit supporter sans dégradation excessive ou autres effets nuisibles les contraintes électriques, thermiques et mécaniques qui se produisent en usage normal et doit avoir un mécanisme conforme à 13.3 de la CEI 1058-1 pour les interrupteurs courant continu et les interrupteurs de réseau courant alternatif.

La conformité est vérifiée selon 13.1 de la CEI 1058-1 et par l'essai d'endurance suivant:

L'interrupteur est soumis à 10 000 cycles de fonctionnement avec une séquence selon 17.1.2 de la CEI 1058-1, excepté l'essai de tension augmentée à vitesse accélérée spécifié en 17.2.4 de la CEI 1058-1, et dans les conditions électriques et thermiques données par les conditions de fonctionnement normales de l'appareil.

L'essai est fait sur trois spécimens aucune défaillance n'est autorisée.

F.3 Si l'interrupteur est un interrupteur du réseau qui contrôle un ou des socles de prise de courant du réseau, l'essai d'endurance est réalisé avec une charge additionnelle connectée au ou aux socles de prise de courant, constituant le circuit indiqué dans la figure 9 de la CEI 1058-1, prenant en compte la figure 10.

Annex F (normative)

Requirements for switches complying with IEC 1058

F.1 Manually operated mechanical switches shall meet one of the following requirements, a) or b)

a) The switch, tested as a separate component, shall comply with the requirements and tests of IEC 1058-1, whereby the following applies:

- the number of operating cycles shall be 10 000 (see 7.1.4.4 of IEC 1058-1);
- the switch shall be suitable for use in the relevant **pollution degree** situation (see 7.1.6.2 of IEC 1058-1);
- the switch shall be of category D regarding the resistance to heat and fire (see 7.1.9.3 of IEC 1058-1).

The characteristics of the switch with regard to:

- 1) the rating of the switch (see clause 6 of IEC 1058-1);
- 2) the classification of the switch according to:
 - nature of supply (see 7.1.1 of IEC 1058-1),
 - type of load to be controlled by the switch (see 7.1.2 of IEC 1058-1),
 - ambient air temperature (see 7.1.3 of IEC 1058-1)

shall be appropriate for the function of the switch under normal operating conditions.

If the switch is a mains switch which controls mains socket-outlet(s), the rated current I and the rated peak surge current of the socket-outlet(s) as specified in clause F.2 shall be taken into account.

Compliance is checked according to test specifications of IEC 1058-1, by inspection and by measurements,

b) The switch, tested as part of the apparatus working under normal operating conditions, shall meet the requirements of F.2, F.3 and F.4.

F.2 The switch shall withstand without excessive wear or other harmful effects the electrical, thermal and mechanical stresses that occur in normal use, and shall have a mechanism complying with 13.3 of IEC 1058-1 for both d.c. switches and a.c. mains switches.

Compliance is checked according to 13.1 of IEC 1058-1 and by the following endurance test:

The switch is subjected to 10 000 cycles of operation with a sequence according to 17.1.2 of IEC 1058-1, except the increased voltage test at accelerated speed specified in 17.2.4 of IEC 1058-1, and under electrical and thermal conditions given by the normal operating conditions of the apparatus.

The test is carried out on three specimens, no failure is allowed.

F.3 If the switch is a mains switch which controls mains socket-outlet(s), the endurance test is carried out with an additional load connected to the socket-outlet(s), consisting of the circuit shown in figure 9 of IEC 1058-1, taking into account figure 10.

Le courant assigné I de la charge additionnelle doit correspondre au marquage du ou des socles de prise de courant (voir point e) de 5.2). Le courant de crête de décharge de la charge additionnelle doit avoir une valeur comme indiqué dans le tableau F.1

Tableau F.1

Courant assigné du ou des socles de prise de courant A	Courant de crête de décharge A
$I \leq 0,5$	20
$0,5 < I \leq 1,0$	50
$1,0 < I$	100

Si le ou les socles de prise de courant sont marqués avec le courant qui peut être tiré, cette ou ces valeurs sont choisies pour le courant assigné I du ou des socles de prise de courant.

Si le ou les socles de prise de courant sont marqués avec la puissance qui peut être tirée, le courant assigné I du ou des socles de prise de courant est calculé à partir de cette ou ces valeurs.

Après l'essai, l'interrupteur ne doit pas présenter de dommage au sens de cette norme. En particulier, il ne doit pas présenter de détérioration de son **enveloppe**, aucune réduction des **lignes de fuite et distances d'isolement** et aucune perte de connexions électriques d'un moyen de fixation mécanique.

La conformité est vérifiée par examen et par les essais spécifiés respectivement aux articles F.4 et F.5 dans l'ordre indiqué.

F.4 L'interrupteur doit être construit de telle façon qu'il n'atteigne pas des températures excessives en utilisation normale. Les matériaux utilisés doivent être tels que la performance de l'interrupteur ne soit pas affectée défavorablement par un fonctionnement en utilisation normale aux conditions données par l'appareil. En particulier, le matériau et le dessin des contacts et des bornes doivent être tels que le fonctionnement et la performance de l'interrupteur ne soient pas affectés défavorablement par leur oxydation ou par une autre détérioration.

La conformité est vérifiée sur la position «MARCHE» dans les conditions normales de fonctionnement et selon 16.2.2 d), i) et m) de la CEI 1058-1 en prenant en compte le courant assigné I du ou des socles de prise de courant du réseau, s'il y a lieu, incluant le courant de crête de décharge selon l'article F.3.

F.5 L'interrupteur doit avoir une rigidité diélectrique adéquate.

La conformité est vérifiée par les essais suivants:

L'interrupteur doit résister à un essai de rigidité diélectrique comme spécifié en 18.3, sans avoir été préalablement soumis au traitement d'humidité, la tension d'essai étant diminuée à 75 % de la tension d'essai correspondante spécifiée dans ce paragraphe, mais pas moins de 500 V efficace (700 V crête).

- *La tension d'essai est appliquée en position «MARCHE» entre les **parties actives dangereuses** et les parties conductrices accessibles, et, de plus, entre les pôles dans le cas d'interrupteur multipolaire.*
- *La tension d'essai est appliquée en position «ARRÊT» au travers de chaque ouverture de contact. Pendant l'essai, les résistances et les condensateurs en parallèle sur l'ouverture d'un contact peuvent être déconnectés.*

The rated current I of the additional load shall correspond to the marking of the socket-outlet(s) (see item e) of 5.2). The peak surge current of the additional load shall have a value as shown in table F.1.

Table F.1

Rated current of the socket-outlet(s) A	Peak surge current A
$I \leq 0,5$	20
$0,5 < I \leq 1,0$	50
$1,0 < I$	100

If the socket-outlet(s) is/are marked with the current which may be drawn, this/these value(s) is/are chosen for the rated current I of the socket-outlet(s)

If the socket-outlet(s) is/are marked with the power which may be drawn, the rated current I of the socket-outlet(s) is calculated from this/these value(s)

After the test, the switch shall show no damage in the sense of this standard. In particular, it shall show no deterioration of its **enclosure**, no reduction of **clearances** and **creepage distances** and no loosening of electrical connections with mechanical fixing.

Compliance is checked by inspection and by the tests specified in clauses F.4 and F.5, respectively, in the given order.

F.4 The switch shall be so constructed that it does not attain excessive temperatures in normal use. The materials used shall be such that the performance of the switch is not adversely affected by the operation in normal use in the conditions given by the apparatus. In particular, the material and design of the contacts and terminals shall be such that the operation and the performance of the switch are not adversely affected by its oxidation or other deterioration.

Compliance is checked in the "ON" position under normal operating conditions and according to 16.2.2 d), j) and m) of IEC 1058-1, taking into account the rated current I of mains socket-outlet(s), if any, including the peak surge current according to clause F.3.

F.5 The switch shall have adequate dielectric strength.

Compliance is checked by the following tests:

The switch shall withstand a dielectric strength test as specified in 18.3, without being previously subjected to the humidity treatment, the test voltage being decreased to 75 % of the corresponding test voltage specified in that subclause, but not less than 500 V r.m.s. (700 V peak).

– The test voltage is applied in the "ON" position between **hazardous live parts** and accessible conductive parts, and, in addition, between the poles in case of a multipole switch.

– The test voltage is applied in the "OFF" position across each contact gap. During the test, resistors and capacitors in parallel to a contact gap may be disconnected.