

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC
1050**

Première édition
First edition
1991-02

**Transformateurs pour lampes tubulaires
à décharge ayant une tension secondaire
à vide supérieure à 1 000 V
(couramment appelés transformateurs-néon)**

Prescriptions générales et de sécurité

**Transformers for tubular discharge lamps having
a no-load output voltage exceeding 1 000 V
(generally called neon-transformers)**

General and safety requirements



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 1050: 1991

Numéros des publications

Depuis le 1^{er} janvier 1997, les publications de la CEI sont numérotées à partir de 60000.

Publications consolidées

Les versions consolidées de certaines publications de la CEI incorporant les amendements sont disponibles. Par exemple, les numéros d'édition 1.0, 1.1 et 1.2 indiquent respectivement la publication de base, la publication de base incorporant l'amendement 1, et la publication de base incorporant les amendements 1 et 2.

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 dans le Catalogue de la CEI.

Les renseignements relatifs à des questions à l'étude et des travaux en cours entrepris par le comité technique qui a établi cette publication, ainsi que la liste des publications établies, se trouvent dans les documents ci-dessous:

- «Site web» de la CEI*
- **Catalogue des publications de la CEI**
Publié annuellement et mis à jour régulièrement (Catalogue en ligne)*
- **Bulletin de la CEI**
Disponible à la fois au «site web» de la CEI* et comme périodique imprimé

Terminologie, symboles graphiques et littéraux

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la CEI 60050: *Vocabulaire Electrotechnique International* (IEV).

Pour les symboles graphiques, les symboles littéraux et les signes d'usage général approuvés par la CEI, le lecteur consultera la CEI 60027: *Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique*, la CEI 60417: *Symboles graphiques utilisables sur le matériel. Index, relevé et compilation des feuilles individuelles*, et la CEI 60617: *Symboles graphiques pour schémas*.

* Voir adresse «site web» sur la page de titre.

Numbering

As from 1 January 1997 all IEC publications are issued with a designation in the 60000 series.

Consolidated publications

Consolidated versions of some IEC publications including amendments are available. For example, edition numbers 1.0, 1.1 and 1.2 refer, respectively, to the base publication, the base publication incorporating amendment 1 and the base publication incorporating amendments 1 and 2.

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 in the IEC catalogue.

Information on the subjects under consideration and work in progress undertaken by the technical committee which has prepared this publication, as well as the list of publications issued, is to be found at the following IEC sources:

- **IEC web site***
- **Catalogue of IEC publications**
Published yearly with regular updates (On-line catalogue)*
- **IEC Bulletin**
Available both at the IEC web site* and as a printed periodical

Terminology, graphical and letter symbols

For general terminology, readers are referred to IEC 60050: *International Electrotechnical Vocabulary* (IEV).

For graphical symbols, and letter symbols and signs approved by the IEC for general use, readers are referred to publications IEC 60027: *Letter symbols to be used in electrical technology*, IEC 60417: *Graphical symbols for use on equipment. Index, survey and compilation of the single sheets* and IEC 60617: *Graphical symbols for diagrams*.

* See web site address on title page.

NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD

CEI
IEC
1050

Première édition
First edition
1991-02

**Transformateurs pour lampes tubulaires
à décharge ayant une tension secondaire
à vide supérieure à 1 000 V
(couramment appelés transformateurs-néon)**

Prescriptions générales et de sécurité

**Transformers for tubular discharge lamps having
a no-load output voltage exceeding 1 000 V
(generally called neon-transformers)**

General and safety requirements

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

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

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

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



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

W

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

Publication 1050 de la CEI
(Première édition - 1991)

Transformateurs pour lampes tubulaires
à charge ayant une tension secondaire
supérieure à 1 000 V
(couramment appelés
transformateurs-neon)
Prescriptions générales et de sécurité

IEC Publication 1050
(First edition - 1991)

Transformers for tubular discharge
lamps having a no-load output voltage
exceeding 1 000 V
(generally called
neon-transformers)
General and safety requirements

C O R R I G E N D U M 1

Page 56

Tableau A.1

Au lieu de:

Exigences concernant la mise à la terre des
enroulements secondaires (voir 19.2)

lire:

Exigences concernant la mise à la terre des
enroulements secondaires (voir 18.2)

Page 57

Table A.1

Instead of:

Earthing requirements for the output
windings (see 19.2)

read:

Earthing requirements for the output
windings (see 18.2)

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61050:1997

SOMMAIRE

	Pages
AVANT-PROPOS	4
 SECTION 1 - PRESCRIPTIONS GENERALES 	
Articles	
1 Généralités	6
1.1 Domaine d'application	6
1.2 Références normatives	8
2 Définitions	8
3 Prescriptions générales	12
4 Généralités sur les essais	14
5 Valeurs nominales	16
6 Classification	18
7 Marquage	18
 SECTION 2 - PRESCRIPTIONS DE SECURITE 	
8 Caractéristiques électriques	22
9 Fuites magnétiques	24
10 Echauffement	24
11 Endurance	30
12 Degrés de protection	34
13 Tensions appliquées aux condensateurs série	36
14 Résistance à l'humidité	36
15 Résistance d'isolement et rigidité diélectrique	38
16 Construction	40
17 Raccordement des conducteurs	46
18 Dispositions pour mise à la terre	46
19 Vis, parties transportant le courant et connexions	48
20 Lignes de fuite et distances dans l'air	48
21 Matériaux isolants	52
22 Résistance à la corrosion	54
 Annexes 	
A - Informations sur les règles d'installation	56
B - Transformateurs avec fils de connexion	60
C - Guide pour les essais de conformité de la production	68
Figures	70

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
SECTION 1 - GENERAL REQUIREMENTS	
Clause	
1 General	7
1.1 Scope	7
1.2 Normative references	9
2 Definitions	9
3 General requirements	13
4 General notes on tests	15
5 Rating	17
6 Classification	19
7 Marking	19
SECTION 2 - SAFETY REQUIREMENTS	
8 Electrical characteristics	23
9 Magnetic influence	25
10 Heating	25
11 Endurance	31
12 Degrees of protection	35
13 Voltage across series capacitors	37
14 Moisture resistance	37
15 Insulation resistance and electric strength	39
16 Construction	41
17 Connection of the conductors	47
18 Provision for earthing	47
19 Screws, current-carrying parts and connections	49
20 Creepage distances and clearances	49
21 Insulating materials	53
22 Resistance to corrosion	55
Annexes	
A - Information on wiring rules	57
B - Transformers with connecting leads	61
C - Guidance for conformity of production tests	69
Figures	71

COMMISSION ELECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

TRANSFORMATEURS POUR LAMPES TUBULAIRES A DECHARGE
AYANT UNE TENSION SECONDAIRE A VIDE SUPERIEURE A 1 000 V

(couramment appelés transformateurs-néon)

Prescriptions générales et de sécurité

AVANT-PROPOS

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

La présente Norme internationale a été établie par le Sous-Comité 34C: Appareils auxiliaires pour lampes à décharge, du Comité d'Etudes n° 34 de la CEI: Lampes et équipements associés. Elle constitue la première édition de la CEI 1050.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

Règle des Six Mois	Rapports de vote
34C(BC)176 34C(BC)187	34C(BC)185 34C(BC)197

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

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

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

Les annexes A, B et C font partie intégrante de la CEI 1050.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

TRANSFORMERS FOR TUBULAR DISCHARGE LAMPS
HAVING A NO-LOAD OUTPUT VOLTAGE EXCEEDING 1 000 V

(generally called neon-transformers)

General and safety requirements

FOREWORD

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

This International Standard has been prepared by Sub-Committee 34C: Auxiliaries for discharge lamps, of IEC Technical Committee No. 34: Lamps and related equipment. It constitutes the first edition of IEC 1050.

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

Six Months' Rule	Reports on Voting
34C(C0)176 34C(C0)187	34C(C0)185 34C(C0)197

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

In this standard, the following print types are used:

- requirements proper: in roman type;
- *test specifications: in italic type;*
- notes: in smaller roman type.

Annexes A, B and C form an integral part of IEC 1050.

TRANSFORMATEURS POUR LAMPES TUBULAIRES A DECHARGE AYANT UNE TENSION SECONDAIRE A VIDE SUPERIEURE A 1 000 V

(couramment appelés transformateurs-néon)

Prescriptions générales et de sécurité

SECTION 1 - PRESCRIPTIONS GENERALES

1 Généralités

1.1 *Domaine d'application*

La présente Norme internationale est applicable aux transformateurs monophasés indépendants et à incorporer, avec des enroulements primaires et secondaires séparés, pour utilisation sur une alimentation alternative jusqu'à 1 000 V à 50 Hz ou 60 Hz, pour alimenter et stabiliser des lampes tubulaires à cathodes froides (ou l'assemblage de telles lampes) ayant une tension assignée secondaire à vide supérieure à 1 000 V mais ne dépassant pas 10 000 V (voir notes 1 et 2) et destinées à l'éclairage, aux enseignes publicitaires électriques, aux signaux lumineux et usages similaires.

NOTE - Des prescriptions différentes s'appliquent au Japon et en Amérique du Nord; elles feront l'objet d'une future annexe à cette norme.

Afin de s'assurer de la sécurité de ces transformateurs, il est nécessaire de vérifier leurs performances. Mais comme aucune normalisation des caractéristiques de ces lampes n'existe, des charges de référence sont définies dans cette norme pour obtenir des résultats d'essais reproductibles.

Dans les endroits où existent des conditions particulières, comme dans les bateaux, les véhicules et endroits similaires, et dans les endroits dangereux, par exemple là où des explosions peuvent se produire, une construction spéciale peut être prescrite.

Cette norme ne s'applique pas aux transformateurs destinés à l'alimentation de lampes ou de tubes tels que les lampes à vapeur de sodium à haute et à basse pression, les lampes à vapeur de mercure à haute pression, les lampes aux halogènes, les lampes au xénon, les lampes tubulaires fluorescentes à cathodes chaudes, les lampes spéciales pour les machines à copier les documents, etc.

Cette norme ne s'applique pas aux autotransformateurs ni aux transformateurs électroniques.

Cette norme peut néanmoins servir de guide pour les transformateurs destinés à des utilisations autres que celles qui sont spécifiées dans ce domaine d'application, par exemple transformateurs pour lampes photographiques, pour autant que leurs caractéristiques restent à l'intérieur du cadre de celles qui sont spécifiées dans ce domaine d'application et qu'elles ne dépendent pas d'une norme CEI spécifique.

Les condensateurs doivent être conformes à la CEI 1048, quand elle s'applique.

**TRANSFORMERS FOR TUBULAR DISCHARGE LAMPS
HAVING A NO-LOAD OUTPUT VOLTAGE EXCEEDING 1 000 V**

(generally called neon-transformers)

General and safety requirements

SECTION 1: GENERAL REQUIREMENTS

1 General

1.1 Scope

This International Standard is applicable to independent and built-in single-phase transformers with separate input and output windings, for use on a.c. supply up to 1 000 V at 50 Hz or 60 Hz, to supply and stabilize cold cathode tubular lamps (or assemblies of such lamps) having a no-load rated output voltage exceeding 1 000 V but not exceeding 10 000 V (see notes 1 and 2) and intended for lighting and for electric advertising signs, light signals and similar purposes.

NOTE - Different requirements apply in Japan and North America, which will be the subject of a future annex to this standard.

In order to ensure the safety of these transformers, it is necessary to check their performance. But since no standardization of the characteristics of these lamps exists, reference loads are defined in this standard to ensure reproducible test results.

In locations where special conditions prevail, as in ships, vehicles and the like, and in dangerous locations, for example, where explosions are liable to occur, special constructions may be required.

This standard does not apply to transformers intended for the supply of lamps or tubes such as low-pressure or high-pressure sodium vapour lamps, high-pressure mercury vapour lamps, halogen lamps, xenon lamps, hot cathode tubular fluorescent lamps, special lamps for document copying machines, etc.

This standard does not apply to auto-transformers and electronic converters.

This standard may, nevertheless, serve as a guide for transformers with applications other than those specified in the scope, for instance transformers for photographic lamps, as long as their characteristics remain within the framework of those specified in the scope and they are not the subject of a particular IEC standard.

Capacitors shall comply with IEC 1048, where applicable.

NOTES

1 Voir définition 2.9.

2 D'autres limites peuvent être spécifiées dans les normes nationales ou dans les règles d'installation (voir annexe A).

Les essais figurant dans cette norme sont des essais de type. Un guide pour les essais individuels de série est donné à l'annexe C.

1.2 *Références normatives*

Les normes suivantes contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour la présente Norme internationale. Au moment de la publication, les éditions indiquées étaient en vigueur. Toute norme est sujette à révision et les parties prenantes aux accords fondés sur la présente Norme internationale sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des normes indiquées ci-après. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur.

Normes de la CEI

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

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

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

CEI 598-1: 1986, *Luminaires - Première partie: Règles générales et généralités sur les essais. Modification n° 1 (1988).*

CEI 695-2-1: 1980, *Essais relatifs aux risques du feu - Deuxième partie: Méthodes d'essai - Essai au fil incandescent et guide.*

CEI 817: 1984, *Appareil d'essai de choc à ressort et son étalonnage.*

CEI 1048: 1990, *Condensateurs destinés à être utilisés dans les circuits de lampes tubulaires à fluorescence et autres lampes à décharge - Prescriptions générales et de sécurité.*

Norme ISO

ISO 3: 1973, *Nombres normaux - Séries de nombres normaux.*

2 Définitions

Sauf spécification contraire, on considère les valeurs efficaces de la tension et du courant.

2.1 valeurs assignées: Valeurs (de la tension, du courant, etc.) pour lesquelles le transformateur est construit et qui sont indiquées, par le constructeur, sur la plaque signalétique du transformateur.

NOTES

1 See definition of 2.9

2 Other limits may be specified in national standards or wiring rules, see annex A.

Tests in this standard are type tests. Guidance on routine testing is given in annex C.

1.2 Normative references

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

IEC standards

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

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

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

IEC 598-1: 1986, *Luminaires - Part 1: General requirements and tests. Amendment No. 1 (1988).*

IEC 695-2-1: 1980, *Fire hazard testing - Part 2: Test methods. Glow-wire test and guidance.*

IEC 817: 1984, *Spring-operated impact-test apparatus and its calibration.*

IEC 1048: 1990, *Capacitors for use in tubular fluorescent and other discharge lamp circuits. General and safety requirements.*

ISO Standard

ISO 3: 1973, *Preferred numbers - Series of preferred numbers.*

2 Definitions

Unless otherwise specified, r.m.s. values are implied.

2.1 rated values: Values (of voltage, of current, etc.) for which the transformer is constructed and which are indicated by the manufacturer on the nameplate of the transformer.

2.2 courant de court-circuit: Courant passant dans les bornes du secondaire quand elles sont reliées ensemble à la tension et la fréquence assignées au primaire.

2.3 transformateur indépendant: Transformateur constitué d'une ou de plusieurs unités indépendantes qui peuvent être montées séparément à l'extérieur d'un luminaire, sans enveloppe additionnelle. Cela peut être constitué par un transformateur à incorporer placé dans une enveloppe adaptée qui procure toutes les protections nécessaires en conformité avec son marquage.

2.4 transformateur à incorporer: Transformateur constitué d'une ou de plusieurs unités séparées, conçu exclusivement pour être incorporé dans un luminaire, un coffret, une enveloppe, ou dans un logement similaire.

2.5 transformateur protégé contre les courts-circuits: Transformateur dont l'échauffement ne dépasse pas les limites spécifiées quand il est surchargé ou court-circuité, et qui reste capable de fonctionner quand la surcharge a disparu.

2.6 transformateur intrinsèquement protégé contre les courts-circuits: Transformateur protégé contre les courts-circuits dans lequel la température, en cas de surcharge ou de court-circuit, et en l'absence de dispositif de protection, ne dépasse pas les limites spécifiées, et qui continue à fonctionner après la disparition de la surcharge ou du court-circuit.

2.7 lampe à décharge tubulaire à cathodes froides: Tube à décharge ayant des cathodes qui peuvent être revêtues d'un matériau émettant des électrons et qui, pendant le processus de démarrage, sans chauffage extérieur, émettent des électrons par effet de champ. Ces lampes ont un remplissage de gaz rare à basse pression (ou un mélange de gaz rares) et éventuellement de vapeur de mercure. Elles peuvent avoir un revêtement interne de matériaux fluorescents.

2.8 tension secondaire à vide assignée: Tension maximale entre les bornes d'enroulements de sortie du transformateur connecté à une alimentation de tension et de fréquence assignées sans charge dans le circuit secondaire. C'est la valeur de crête divisée par $\sqrt{2}$.

2.9 résistance équivalente à la charge normale: Résistance non inductive connectée aux bornes du secondaire du transformateur qui permettra au courant nominal secondaire de circuler dans le secondaire quand la tension d'alimentation assignée à la fréquence nominale, est appliquée à l'enroulement primaire (voir figure 1).

2.10 charge effective: Lampe à décharge connectée aux bornes secondaires du transformateur, qui permet au courant assigné secondaire de circuler dans le secondaire quand la tension d'alimentation assignée, à la fréquence assignée, est appliquée à l'enroulement primaire.

2.11 transformateur à facteur de puissance élevé: Transformateur ayant un facteur de puissance global d'au moins 0,85 à 50 Hz, ou 0,9 à 60 Hz, quand il est connecté à une charge effective, à la tension et à la fréquence primaire assignées.

2.2 short-circuit current: Current between output terminals when joined together at rated input voltage and frequency.

2.3 independent transformer: Transformer consisting of one or more separate units which can be mounted separately outside a luminaire, without any additional enclosure. This may consist of a built-in transformer housed in a suitable enclosure which provides all the necessary protection according to its marking.

2.4 built-in transformer: Transformer consisting of one or more separate units exclusively designed to be built into a luminaire, a box, an enclosure, or the like.

2.5 short-circuit proof transformer: Transformer in which the temperature rise does not exceed the specified limits when the transformer is overloaded or short-circuited, and which remains capable of functioning after the overload is removed.

2.6 inherently short-circuit proof transformer: Transformer in which the temperature in the case of overload or short-circuit and in the absence of a protective device does not exceed the specified limits and which continues to function after the overload or short-circuit is removed.

2.7 tubular cold cathode discharge lamp: Discharge tube having cathodes which may be coated with an electron emitting material and which during the starting process without external heating, emits electrons by field emission. These lamps have a low-pressure filling of a rare gas (or a mixture of rare gases) and possibly mercury vapour. They can have an inside coating of fluorescent materials.

2.8 no-load rated output voltage: Maximum voltage between the terminals of the output winding(s) of the transformer connected to rated supply voltage at rated frequency, with no load on the output circuit. It is the peak value divided by $\sqrt{2}$.

2.9 normal load equivalent resistance: Non-inductive resistance connected to the output terminals of the transformer which will allow the rated output current to flow in the output winding(s) when the rated supply voltage at rated frequency is applied to the input winding (see figure 1).

2.10 effective load: Discharge lamps connected to the output terminals of the transformer which allow the rated output current to flow in the output winding(s) when the rated supply voltage at rated frequency is applied to the input winding.

2.11 high power factor transformer: Transformer having an overall power factor of at least 0,85 at 50 Hz or 0,9 at 60 Hz when connected to effective load at rated input voltage and frequency.

2.12 température ambiante maximale assignée, symbole t_a : Température assignée au transformateur par le constructeur pour indiquer la plus haute température de régime à laquelle le transformateur peut fonctionner dans des conditions normales.

2.13 température maximale de fonctionnement assignée (d'un boîtier de condensateur), symbole t_c : Plus haute température permise qui peut apparaître à un endroit quelconque de la surface extérieure du composant dans des conditions normales de fonctionnement.

NOTE - Les pertes internes d'un condensateur, bien que réduites, se traduiront par une température de surface plus élevée que celle de l'air ambiant et cela doit être pris en compte. La différence de température dépendra de la nature de l'enveloppe.

2.14 température maximale de fonctionnement assignée (d'un enroulement), symbole t_w : Température d'enroulement assignée par le constructeur comme étant la plus haute température déclarée d'un enroulement qui donne au transformateur une espérance de vie de cinq ans en service continu à cette température.

2.15 échauffement assigné (d'un enroulement), symbole Δt : Elévation de température assignée par le constructeur à un enroulement dans des conditions spécifiées.

NOTE - Voir article 10 pour les essais d'échauffement.

2.16 tension de travail: Plus haute tension efficace qui peut apparaître de part et d'autre d'un isolant quelconque, les transitoires étant négligés, en régime de circuit ouvert ou pendant le fonctionnement de la lampe, quand le transformateur est alimenté à sa tension assignée.

2.17 partie détachable: Partie qui ne peut être enlevée qu'à la main, sans l'aide d'un outil, d'une pièce de monnaie ou de n'importe quel autre objet.

2.18 essai de type: Essai, ou série d'essais, effectué(s) sur un échantillon pour essai de type afin de contrôler la conformité de la conception d'un produit donné aux exigences de la spécification appropriée.

2.19 échantillon pour essai de type: Echantillon consistant en une ou plusieurs unités semblables, présentées par le fabricant ou le vendeur responsable afin d'effectuer un essai de type.

3 Prescriptions générales

Les transformateurs doivent être conçus et construits de telle façon qu'en usage normal ils fonctionnent sans danger pour l'utilisateur ou l'environnement. Les condensateurs et autres composants incorporés dans les transformateurs doivent être conformes aux prescriptions des normes CEI appropriées.

2.12 rated maximum ambient temperature, symbol t_a : Temperature assigned to a transformer by the manufacturer to indicate the highest sustained temperature in which the transformer may be operated under normal conditions.

2.13 rated maximum operating temperature (of a capacitor case), symbol t_c : Highest permissible temperature which may occur at any place on the outer surface of the component under normal operating conditions.

NOTE - The internal losses in a capacitor, though small, will result in the surface temperature being above ambient air temperature and due allowance for this should be made. The temperature difference will depend upon the nature of the enclosure.

2.14 rated maximum operating temperature (of a winding), symbol t_w : Winding temperature assigned by the manufacturer as the highest declared winding temperature which gives the transformer an expectancy of five years continuous operation at that temperature.

2.15 rated temperature rise (of a winding), symbol Δt : Temperature rise assigned by the manufacturer to the winding under the specified conditions.

NOTE - See clause 10 for heating test.

2.16 working voltage: Highest r.m.s. voltage which may occur across any insulation, transients being neglected, in open-circuit conditions or during lamp operation, when the transformer is supplied at its rated voltage.

2.17 detachable part: Part which can be removed only by hand, without the use of a tool, coin or any other object.

2.18 type test: Test, or a series of tests, made on a type test sample for the purpose of checking compliance of the design of a given product with the requirements of the relevant specification.

2.19 type test sample: Sample consisting of one or more similar units submitted by the manufacturer or the responsible vendor for the purpose of a type test.

3 General requirements

Transformers shall be so designed and constructed that in normal use they operate without danger to the user or surroundings. Capacitors and other components incorporated in transformers shall comply with the requirements of the appropriate IEC standards.

La conformité des transformateurs et autres éléments est vérifiée, en général, par l'exécution de tous les essais prescrits. De plus l'enveloppe des transformateurs Indépendants doit être conforme aux prescriptions de la CEI 598-1, y compris les prescriptions concernant la classification et le marquage selon cette norme.

4 Généralités sur les essais

4.1 Les essais figurant dans cette norme sont des essais de type.

NOTE - Les exigences et les tolérances admises par cette norme sont basées sur l'essai d'un échantillon pour essai de type présenté à cette fin. La conformité de l'échantillon pour essai de type n'assure pas la conformité à cette norme de sécurité de l'ensemble de la production d'un fabricant. La conformité de la production est sous la responsabilité du fabricant et peut inclure des essais individuels (de série) et une assurance qualité, en plus des essais de type.

4.2 Sauf indication contraire, les essais sont effectués dans l'ordre des articles.

4.3 Sauf indication contraire, les essais sont effectués sur un échantillon placé dans des conditions normales et dans une position normale d'emploi, la température ambiante étant comprise entre 20 °C et 27 °C.

4.4 Le nombre d'unités suivant doit être présenté pour les essais de type:

- pour les transformateurs sans marquage de température: une unité;
- pour les transformateurs avec marquage de température: huit unités dont sept sont destinées à l'essai selon l'article 11 - Endurance - et une à tous les autres essais;
- pour les transformateurs indépendants: trois unités pour les essais suivant le 16.5.

D'une manière générale tous les essais doivent être effectués pour chaque type de transformateur ou, lorsqu'il s'agit d'une gamme de transformateurs similaires, sur une sélection représentative de la gamme, en accord avec le fabricant. Une réduction du nombre d'échantillons destinés aux essais d'endurance selon l'article 11, ou même l'omission de cet essai, est permise quand les transformateurs de même construction mais de caractéristiques différentes sont soumis ensemble à l'approbation, ou quand des rapports d'essais du constructeur ou d'une autre autorité sont acceptés par le centre d'essais.

Les transformateurs doivent contenir les condensateurs série requis pour assurer leur fonctionnement correct ou être fournis avec eux.

4.5 Pour l'essai de l'article 11, les résultats sont considérés comme satisfaisants si au moins six des sept unités satisfont aux exigences du 11.3. L'essai est considéré comme négatif si plus de deux unités ne répondent pas aux exigences de l'essai.

Dans le cas de deux défauts, l'essai doit être répété avec sept unités supplémentaires et aucun défaut ne sera ensuite permis.

In general, compliance for transformers and other elements is checked by carrying out all the tests specified. In addition, the enclosure of independent transformers shall comply with the requirements of IEC 598-1, including the classification and marking requirements according to that standard.

4 General notes on tests

4.1 Tests in this standard are type tests.

NOTE - The requirements and tolerances permitted by this standard are related to testing of a type test sample submitted for that purpose. Compliance of the type test sample does not ensure compliance of the whole production of a manufacturer with this safety standard. Conformity of production is the responsibility of the manufacturer and may include routine tests and quality assurance in addition to type testing.

4.2 *The tests are carried out in the order of the clauses unless otherwise specified.*

4.3 *Unless otherwise specified, the tests shall be carried out on the sample placed in normal conditions and positions of use, the ambient temperature being within the range of 20 °C to 27 °C.*

4.4 *The following number of units shall be submitted for the type test:*

- *for transformers without temperature markings: one unit;*
- *for transformers with temperature markings: eight units (of which seven are for the test of clause 11 - Endurance - and one for all other tests);*
- *for independent transformers, for the tests of 16.5: three units.*

In general all the tests shall be made for each type of transformer or where a range of similar transformers is involved on a representative selection from the range as agreed with the manufacturer. A reduction of the number of samples for the endurance test according to clause 11, or even the omission of this test is allowed when transformers of the same construction but with different characteristics are submitted together for approval, or when test reports from the manufacturer or other authority are accepted by the testing station.

The transformers shall contain, or shall be supplied with the series capacitors if needed to ensure the correct operation of the transformer.

4.5 *For the test of clause 11, the results shall be considered to be satisfactory if at least six of the seven units satisfy the requirements of 11.3. The test shall be considered to be negative if more than two units fail the test.*

In the case of two failures, the test shall be repeated with seven more units and no failure shall then be permitted.

4.6 Les transformateurs conçus pour plus d'une tension d'alimentation assignée, ou pour plus d'une fréquence assignée, seront essayés à la tension d'alimentation et/ou à la fréquence la (les) plus défavorable(s) pour chaque essai.

4.7 Tension d'alimentation et fréquence

a) Stabilité de la tension et de la fréquence de l'alimentation

Pour la majorité des essais, la tension d'alimentation et la fréquence seront maintenues constantes à $\pm 0,5$ % près. Cependant, pendant les mesures, la tension sera ajustée à $\pm 0,2$ % de la valeur spécifiée pour l'essai.

La température du transformateur dépend de la tension d'alimentation et en conséquence une source stabilisée doit être utilisée. Après d'éventuels ajustements on doit laisser assez de temps au transformateur pour qu'il puisse atteindre sa température d'équilibre à la tension ajustée.

Les réseaux d'alimentation qui sont sujets aux fluctuations de fréquence requièrent des dispositions particulières. Les courants dans les inductances dépendent des variations de fréquence du réseau: des fréquences plus basses augmenteront le courant d'un transformateur et par conséquent augmenteront sa température. Une variation de fréquence de $\pm 0,5$ % au plus est considérée comme acceptable.

Pour les essais de longue durée (par exemple essais d'endurance), les variations de tension peuvent être égales à ± 2 % et celles de fréquence égales à ± 1 % des valeurs spécifiées.

b) Forme d'onde de la tension d'alimentation

Le résidu total des harmoniques de la tension d'alimentation ne doit pas dépasser 3 % de la tension fondamentale, cette teneur étant définie par le rapport de la racine carrée de la somme des carrés des valeurs efficaces des tensions des différents harmoniques à la valeur efficace de la tension fondamentale.

L'impédance de la source d'alimentation doit être faible en comparaison de celle du transformateur. Il faut veiller à ce que cette exigence soit respectée dans toutes les conditions qui se présentent au cours des mesures.

5 Valeurs nominales

5.1 Les valeurs préférentielles des tensions secondaires à vide assignées sont:

1 250, 1 600, 2 000, 2 500, 3 150, 4 000, 5 000, 6 300, 8 000, 10 000 V.

5.2 Les valeurs préférentielles des courants secondaires assignés sont:

10 - 12,5 - 16 - 20 - 25 - 31,5 - 40 - 50 - 63 - 80 - 100 mA.

4.6 *Transformers designed for more than one rated supply voltage, for a rated supply voltage range, or for more than one rated frequency, shall be tested at the most unfavourable supply voltage and/or frequency for each test.*

4.7 *Supply voltage and frequency*

a) Stability of supply voltage and frequency

For the majority of the tests, the supply voltage and frequency shall be maintained constant within $\pm 0,5\%$. However, during the actual measurement, the voltage shall be adjusted to within $\pm 0,2\%$ of the specified testing value.

The temperature of the transformer depends on the supply voltage and therefore a stabilized source shall be used. After possible adjustments the transformer shall be given enough time to reach the final temperature on the reset voltage.

Supply mains which are subject to frequency fluctuations require special provisions. The currents in inductances respond to mains frequency changes: lower frequencies will increase the current of a transformer and consequently increase its temperature. A fluctuation in frequency of not more than $\pm 0,5\%$ is considered to be acceptable.

For tests of long duration (e.g. endurance tests), the variation of voltage may be $\pm 2\%$ and of frequency $\pm 1\%$ of the specified values.

b) Supply voltage waveform

The total harmonic content of the supply voltage shall not exceed 3% , the harmonic content being defined as the root-mean-square (r.m.s.) sum of the individual harmonic components using the fundamental voltage as 100% .

The power source used shall have an impedance that is low compared to the impedance of the transformer. Care shall be taken to see that this requirement is met under conditions that occur during the measurement.

5 **Rating**

5.1 Preferred values of the rated no-load output voltage are:

1 250, 1 600, 2 000, 2 500, 3 150, 4 000, 5 000, 6 300, 8 000 and 10 000 V.

5.2 Preferred values of the rated output current are:

10 - 12,5 - 16 - 20 - 25 - 31,5 - 40 - 50 - 63 - 80 - 100 mA.

Les valeurs préférentielles sont extraites de la série R10.

Les valeurs soulignées sont les valeurs recommandées extraites de la série R5.

NOTE - Série R de nombres normaux selon ISO 3.

D'autres valeurs que celles spécifiées sont autorisées.

6 Classification

6.1 Les transformateurs sont classés, en fonction de leur méthode d'utilisation, en:

- a) transformateurs indépendants;
- b) transformateurs à incorporer.

6.2 Les transformateurs dont les enroulements secondaires doivent être mis à la terre sont classés comme suit:

- a) transformateurs équipés d'une seule borne de terre;
- b) transformateurs équipés de deux bornes de terre: l'une destinée à la mise à la terre du corps du transformateur, l'autre destinée à la mise à la terre des enroulements, au travers d'un dispositif de protection.

7 Marquage

7.1 Indications obligatoires

- a) Indication d'origine, qui peut prendre la forme d'une marque de fabrique, ou du nom du fabricant ou du nom du vendeur responsable;
 - b) numéro de modèle ou référence du type du constructeur;
 - c) tension ou gamme de tensions d'alimentation assignées;
 - d) courant primaire assigné, en ampères, ou puissance apparente primaire en voltampères;
 - e) fréquence d'alimentation assignée;
 - f) tension secondaire à vide assignée;
- ce marquage peut prendre une des formes suivantes:

- si l'enroulement secondaire n'est pas connecté à une borne de terre: ... V (par exemple 4 000 V),
- si l'enroulement secondaire est connecté à une borne de terre: E - ... V (par exemple E - 4 000 V),
- si le point milieu de l'enroulement secondaire est connecté à une borne de terre: ... - E - ... V (par exemple 3 000 - E - 3 000 V);

The preferred values are taken from the R10 series.

The values underlined are recommended values from the R5 series.

NOTE - R series of preferred numbers in accordance with ISO 3.

Other values than those specified are permissible.

6 Classification

6.1 Transformers are classified according to method of installation as:

- a) independent transformers;
- b) built-in transformers.

6.2 Transformers the output windings of which are to be earthed are classified as follows:

- a) transformers provided with one earthing terminal;
- b) transformers provided with two earthing terminals: one intended for the earthing of the body of the transformer, the other for the earthing of the windings, through a protective device.

7 Marking

7.1 *Mandatory markings*

- a) mark of origin, which may take the form of a trade mark, or the manufacturer's name or the name of the responsible vendor;
 - b) model number or type reference of the manufacturer;
 - c) rated supply voltage, or voltage range;
 - d) rated input current, in amperes, or rated input, in voltamperes;
 - e) rated supply frequency;
 - f) rated no-load output voltage;
- this marking shall be in the following terms:

- if the output winding is not connected to an earthing terminal:
... V (e.g. 4 000 V),
- if one end of the output winding is connected to an earthing terminal: E - ... V (e.g. E - 4 000 V),
- if the centre point of the output winding is connected to an earthing terminal: ... - E - ... V (e.g. 3 000 - E - 3 000 V);

g) courant secondaire assigné suivi par le courant de court-circuit, séparés par une barre oblique; les deux en milliampères ou ampères; par exemple 50/65 mA signifie courant assigné de 50 mA et un courant de court-circuit de 65 mA;

h) la borne de mise à la terre (si elle existe) doit être identifiée par le symbole  417-CEI-5019.

Ce symbole ne doit pas être placé sur des vis ou des pièces aisément démontables.

Dans le cas de transformateurs munis de deux bornes de terre, le symbole *E* doit être employé pour la borne de terre qui doit être connectée à un dispositif de protection.

7.2 Informations devant être fournies, le cas échéant:

a) Les transformateurs avec température maximale de fonctionnement assignée de l'enroulement doivent être marqués avec la valeur annoncée suivant le symbole t_w , les valeurs progressant en multiples de 5 °C.

b) Les transformateurs avec marquage t_w , qui, au choix du fabricant doivent être essayés pendant 60 jours au cours de l'essai d'endurance de l'article 11, doivent être marqués avec le symbole D6 placé entre parenthèses, immédiatement après l'indication t_w .

La durée normale de l'essai d'endurance, qui est de 30 jours, ne nécessite pas de marquage.

c) La limite supérieure autorisée de la température ambiante si elle diffère de 25 °C, suivant le symbole t_a , les valeurs progressant en multiples de 5 °C.

d) Tension assignée, capacité assignée, température de fonctionnement assignée et tension d'essai des condensateurs remplaçables nécessaires pour obtenir les performances correctes du transformateur.

e) Dans le cas de transformateurs munis de bornes additionnelles pour la connexion d'un condensateur de correction du facteur de puissance, un schéma de câblage montrant le circuit concerné avec la valeur de la capacité et du facteur de puissance.

f) Dans le cas de transformateurs indépendants, le symbole .

g) Dans le cas de transformateurs indépendants, le symbole pour "tension dangereuse", en accord avec la CEI 417.

h) Si, en fonction des prescriptions nationales, des marquages complémentaires sont nécessaires, ils doivent être en conformité avec la CEI 417 (et ses compléments).

g) rated output current followed by short-circuit current, separated by an oblique; both in milliamperes or amperes. Example: 50/65 mA means a rated current of 50 mA and a short-circuit current of 65 mA;

h) the earthing terminal (if any) shall be identified by the symbol  417-IEC-5019.

This symbol shall not be placed on screws or other easily removable parts.

In the case of transformers provided with two earthing terminals, the symbol *E* shall be used for the earthing terminals which may be connected to a protective device.

7.2 Information to be provided, if applicable:

a) Transformers with a rated maximum operating temperature of the winding shall be marked with the claimed value following the symbol t_w , values increasing in multiples of 5 °C.

b) Transformers with t_w marking, which at the manufacturers choice have to be tested for a period of 60 days during the endurance test of clause 11, shall be marked with the symbol D6 placed between brackets immediately after the t_w indication.

The standard endurance test which is 30 days need not be marked.

c) The permissible upper limit of the ambient temperature, if other than 25 °C, following the symbol t_a , values increasing in multiples of 5 °C.

d) Rated voltage, rated capacitance, rated operating temperature and test voltage of replaceable capacitors necessary to obtain the correct performance of the transformer.

e) In the case of transformers provided with additional terminals for the connection of a power factor correction capacitor, a wiring diagram showing the relevant circuit together with the value of the capacitance and the power factor.

f) In the case of independent transformers, the symbol .

g) In the case of independent transformers, the symbol for "dangerous voltage", in accordance with IEC 417.

h) If, according to national requirements, additional symbols are required, they should be where relevant, in accordance with IEC 417 and its supplements.

7.3 Autres informations

Les fabricants peuvent fournir l'information suivante, si elle est disponible:

- a) L'échauffement assigné de l'enroulement après le symbole " Δt ", valeurs progressant en multiples de 5 °C.

7.4 Dans le cas de transformateurs indépendants, le symbole pour tension dangereuse, la marque d'origine, le modèle ou la référence du type du fabricant et le code pour les degrés de protection doivent être sur l'une des faces externes du transformateur, qui peut comprendre le couvercle s'il n'est pas démontable sans l'aide d'un outil.

D'autres marquages peuvent être placés de telle manière qu'ils ne soient visibles qu'après l'ouverture ou le démontage du couvercle.

7.5 La conformité aux 7.1 à 7.4 est vérifiée par examen.

7.6 Le marquage doit être durable et aisément lisible.

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

Le marquage doit être lisible après l'essai.

NOTE - L'essence utilisée est à base d'hexane avec une teneur maximale en carbures aromatiques de 0,1 % en volume, une teneur en kauributanol de 29, une température initiale d'ébullition d'environ 65 °C, une température d'ébullition finale d'environ 69 °C et une masse volumique d'environ 0,68 g/cm³.

SECTION 2 - PRESCRIPTIONS DE SECURITE

8 Caractéristiques électriques

8.1 Le produit de la tension secondaire à vide assignée par le courant secondaire assigné, ou, s'il y a plusieurs enroulements secondaires, la somme de tels produits, ne doit pas dépasser 2 500 VA.

8.2 Quand le transformateur est connecté à une alimentation de tension égale à la tension assignée à la fréquence assignée, la tension secondaire à vide ne doit pas dépasser 110 % de la valeur assignée, ou la limite supérieure de la gamme correspondante des valeurs assignées, tout système éventuel de commande des transformateurs avec enroulements primaires à prises étant réglé sur la position correspondant à la tension la plus élevée.

La conformité est vérifiée par des mesures.

7.3 Other information

Manufacturers may provide the following information, if available:

- a) The rated temperature rise of the winding following the symbol "Δt", values increasing in multiples of 5 °C.

7.4 In the case of independent transformers, the symbol for dangerous voltage, the mark of origin, the maker's model or type reference and the code for degrees of protection shall be on one of the external faces of the transformer which may comprise the cover if this is not removable without the use of a tool.

Other markings may be placed so that they are only visible after opening or removal of the cover.

7.5 Compliance with 7.1 to 7.4 is checked by inspection.

7.6 Marking shall be durable and legible.

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

The marking shall be legible after the test.

NOTE - The petroleum spirit used should consist of a solvent hexane with a content of aromatics of maximum 0,1 volume percentage, a kauri-butanol value of 29, an initial boiling point of approximately 65 °C, a dry-point of approximately 69 °C and a density of approximately 0,68 g/cm³.

SECTION TWO - SAFETY REQUIREMENTS

8 Electrical characteristics

8.1 The product of the rated no-load output voltage and the rated output current or, if there are several output windings, the sum of such products shall not exceed 2 500 VA.

8.2 When the transformer is connected to rated supply voltage at rated frequency, the no-load output voltage shall not exceed 110 % of the rated value, or the upper limit of the corresponding rated range of values, any control device of transformers with tapped input windings being in the highest voltage setting.

Compliance is checked by measurement.

8.3 Quand le transformateur est connecté à une alimentation à la tension et à la fréquence assignées, le courant de court-circuit doit être limité à une valeur telle que les températures maximales indiquées dans le tableau 1 ne soient pas dépassées.

La conformité est vérifiée par des mesures.

8.4 Quand le transformateur est connecté à une alimentation à la tension et à la fréquence assignées, le courant de court-circuit ne doit pas dépasser la valeur assignée du courant de court-circuit de plus de 5 % ou 2 mA, selon la plus grande des deux valeurs.

La conformité est vérifiée par des mesures.

9 Fuites magnétiques

En usage normal, les transformateurs ne doivent pas produire de champs magnétiques de fuite anormaux.

La conformité est vérifiée en mesurant le courant primaire correspondant à la charge normale, à la tension et à la fréquence d'alimentation assignées et en répétant cette mesure après qu'une plaque d'acier de 500 mm x 500 mm x 1,5 mm a été placée sous la face d'appui du transformateur et dans n'importe quelle position à une distance de 20 mm du transformateur. Le courant primaire mesuré dans de telles conditions ne doit pas différer de plus de 5 %.

10 Echauffement

10.1 Avant l'essai, la résistance de chaque enroulement doit être déterminée à la température ambiante de 25 °C.

10.2 Quand le transformateur est essayé en conformité avec les exigences du 10.5 et quand un état stable est atteint, les températures ne doivent pas dépasser les valeurs maximales correspondantes, données dans le tableau 1, pour les essais en conditions normales et anormales respectivement.

Le tableau 1 s'applique aux transformateurs indépendants et aux transformateurs à incorporer.

NOTE - Des états stables sont considérés comme atteints quand les températures mesurées ne s'accroissent pas de plus de 1 K/h ou après 7 h en charge dans les conditions appropriées.

8.3 When the transformer is connected to rated supply voltage at rated frequency, the short-circuit current shall be limited to such a value that the maximum temperatures given in table 1 are not exceeded.

Compliance is checked by measurement.

8.4 When the transformer is connected to rated supply voltage at rated frequency, the short-circuit current shall not exceed the value of the rated short-circuit current by more than 5 % or 2 mA, whichever is the greater.

Compliance is checked by measurement.

9 Magnetic influence

In normal use, the transformers shall not cause undue magnetic leakage.

Compliance is checked by measuring the input current corresponding to the normal load at rated supply voltage and rated frequency, and by repeating this measurement after a steel plate 500 mm x 500 mm x 1,5 mm has been placed under the supporting face of the transformer and in any position at a distance 20 mm from the transformer. The input current measured under such conditions shall not differ by more than 5 %.

10 Heating

10.1 Before the test, the resistance of each winding shall be determined at the ambient temperature of 25 °C.

10.2 When the transformer is tested in accordance with the requirements of 10.5 and stable conditions are reached, then the temperatures shall not exceed the appropriate maximum values given in table 1 for the tests under normal and abnormal conditions respectively.

Table 1 is applicable to independent transformers and to built-in transformers.

NOTE - Stable conditions are considered to be reached when the measured temperatures do not increase by more than 1 K/h, or after 7 h duty under the relevant conditions.

Tableau 1 - Températures maximales¹

Parties	Températures maximales °C	
	Conditions normales	Conditions anormales
	100 % U_n	106 % U_n
Enroulements		D3 D6
- Transformateurs sans marquage de température	105	170
- Transformateurs avec marquage de température	t_w	(2) (2)
pour t_w		
100		172 159
105		179 166
110		187 173
115		194 180
120		201 187
125		208 193
130		216 200
Boîtier de transformateur indépendant	85	135
Boîtier de condensateur:		
- sans marquage de température	50	60
- avec marquage de température de fonctionnement maximale assignée, t_c	t_c	$t_c + 10$
Bornes pour câblage externe	85	-
Câbles ou cordons isolés au caoutchouc ou au polychlorure de vinyle, si l'isolation n'est pas soumise à des contraintes mécaniques	85	-
Autres câbles et cordons	(3)	(3)

NOTES

1 Les températures du tableau 1 ne doivent pas être dépassées quand le transformateur fonctionne à sa température ambiante déclarée. Les valeurs du tableau sont basées sur une température ambiante maximale de 25 °C.

2 Les températures dans les conditions anormales correspondent aux températures maximales que le transformateur peut atteindre lors de l'essai d'endurance, D3 ou D6.

3 Après l'essai, l'isolation ne doit pas montrer de dégradation pouvant nuire d'une manière évidente au fonctionnement fiable du transformateur.

Table 1 - Maximum temperatures¹

Parts	Maximum temperatures °C	
	Normal operation	Abnormal operation
	100 % U_n	106 % U_n
Windings - transformers without temperature markings - transformers with temperature markings for t_w 100 105 110 115 120 125 130	105 t_w	D3 D6 170 (2) 172 159 179 166 187 173 194 180 201 187 208 193 216 200
Case of an independent transformer	85	135
Capacitor enclosure:		
- without temperature marking	50	60
- with indication of rated maximum operating temperature t_c	t_c	$t_c + 10$
Terminals for external wiring	85	-
Rubber or polyvinyl chloride insulated cables or cords, if the insulation is not subjected to mechanical stress	85	-
Other cables and cords	(3)	(3)
NOTES 1 The temperatures in table 1 shall not be exceeded when the transformer is operated at its maximum declared ambient temperature. The values in the table are based on an ambient temperature of 25 °C. 2 The temperatures under abnormal conditions correspond with the maximum temperature the transformer may reach with the applied endurance test, D3 or D6. 3 After the test, the insulation shall show no damage obviously impairing the reliable operation of the transformer.		

10.3 Conditions de fonctionnement

Des conditions normales sont des conditions de fonctionnement dans lesquelles le transformateur est connecté à sa charge normale (voir 2.10). Une tolérance de 1 %, arrondie au milliampère le plus proche ou à 1 mA, selon la valeur la plus grande, doit être appliquée aux valeurs mesurées des courants secondaires assignés.

Des conditions anormales sont des conditions de fonctionnement dans lesquelles l'une ou l'autre des conditions suivantes s'applique:

- a) la lampe ou l'une des lampes (ou la charge normale équivalente) n'est pas insérée;
- b) tous les enroulements secondaires du transformateur sont court-circuités;
- c) dans le cas de transformateurs ayant plus d'un enroulement secondaire, un enroulement secondaire est en court-circuit et les autres enroulements sont connectés à leur charge normale;
- d) dans le cas de transformateurs où le point milieu de l'enroulement secondaire est connecté aux parties métalliques externes, la partie de l'enroulement ayant le plus grand courant de court-circuit doit être court-circuitée. L'autre partie de l'enroulement doit être connectée à sa charge normale. Cet essai ne s'applique pas aux transformateurs avec protection contre les fuites à la terre.

Pour les besoins de l'essai, les conditions anormales doivent être les plus sévères des conditions a) à d) ci-dessus.

10.4 *Après l'essai d'échauffement, on doit laisser refroidir le transformateur jusqu'à la température de la pièce et les marquages doivent être encore lisibles.*

10.5 *Le transformateur doit être en premier lieu essayé dans les conditions normales, à la tension et à la fréquence assignées, jusqu'à ce qu'un état stable soit atteint, puis la température des enroulements est mesurée. L'essai est ensuite répété dans les conditions anormales à 1,06 fois la tension d'alimentation assignée.*

L'essai doit être effectué dans une zone sans courants d'air, le transformateur étant supporté par deux tasseaux en bois comme indiqué à la figure 2.

Les tasseaux en bois doivent avoir 75 mm de haut, 10 mm d'épaisseur et une longueur supérieure ou égale à la largeur du transformateur. De plus, ils sont disposés de façon telle que les extrémités du transformateur soient dans le plan vertical de l'extérieur des tasseaux (avec une tolérance de ± 1 mm compte tenu de celle existant sur la hauteur et l'épaisseur des tasseaux).

Si le transformateur est constitué de plus d'un élément, chaque élément peut être essayé sur des tasseaux indépendants. Les condensateurs, sauf s'ils sont placés à l'intérieur de l'enveloppe du transformateur, ne doivent pas être placés à l'intérieur de l'enceinte abritée des courants d'air.

10.3 *Operating conditions*

Normal conditions are operating conditions in which the transformer is connected to its normal load (see 2.10). A tolerance of 1 %, rounded to the nearest mA or 1 mA, whichever is greater, shall be applicable to the measured values of the rated output currents.

Abnormal conditions are operating conditions in which one or other of the following applies:

- a) the lamp or one of the lamps (or the equivalent normal load) is not inserted;
- b) all output-windings of the transformer are short-circuited;
- c) in the case of transformers having more than one output-winding, one output-winding is short-circuited and the other windings are connected to their normal load;
- d) in the case of transformers where the mid-point of the output winding is connected to external metal parts the section of the winding having the greater short-circuit current shall be short-circuited. The other section of the winding shall be connected to its normal load. This test does not apply to transformers with earth leakage protection.

For test purposes, the abnormal conditions shall be the most severe of the conditions a) to d) above.

10.4 After the heating test the transformer shall be allowed to cool to room temperature and then the markings shall still be legible.

10.5 The transformer shall first be tested under normal conditions at the rated supply voltage and at rated frequency until stable conditions are reached and then the temperature of the windings is measured. The test is then repeated under abnormal conditions at 1,06 times the rated supply voltage.

The test shall be carried out in a draught-free area the transformer being supported by two wooden blocks as shown in figure 2.

The wooden blocks shall be 75 mm high, 10 mm thick and of a length equal to or greater than the width of the transformer. Furthermore, the blocks should be positioned with the extreme end of the transformer aligned with the outer vertical sides of the block ($\pm 1,0$ mm tolerance to be associated with the height and thickness of the blocks).

Where a transformer consists of more than one unit, each unit may be tested on separate blocks. Capacitors, unless enclosed within the transformer case, shall not be placed in the draught-free enclosure.

Les températures sont mesurées sur les enroulements, si possible par la méthode de la variation de résistance en utilisant l'équation 1, et dans tous les autres cas au moyen de thermocouples ou de dispositifs analogues.

$$t_2 = \frac{R_2}{R_1} (234,5 + t_1) - 234,5 \quad (1)$$

où:

t_1 est la température initiale en degrés Celsius

t_2 est la température finale en degrés Celsius

R_1 est la résistance à la température t_1

R_2 est la résistance à la température t_2

Cette équation est valable uniquement pour les enroulements en cuivre; pour ceux en aluminium, la valeur 234,5 est remplacée par 229.

La température ambiante doit être mesurée à une distance d'environ 150 mm, à mi-hauteur du transformateur.

Dans n'importe quel essai, ni les vernis ni les compounds ne doivent couler. Un léger suintement, qui ne montre aucune tendance au coulage, peut être négligé.

11 Endurance

Cet essai ne doit être effectué que sur les transformateurs qui sont marqués avec la température maximale de fonctionnement assignée (t_w).

11.1 Cet essai est effectué sur sept transformateurs neufs qui n'ont pas été soumis aux essais précédents et qui ne doivent pas être utilisés pour des essais ultérieurs.

Avant l'essai, la tension secondaire maximale à vide du transformateur doit être mesurée, à la tension et à la fréquence assignées d'alimentation.

11.2 Les enroulements du transformateur doivent supporter l'essai d'endurance thermique décrit au 11.4 qui a pour objet de vérifier la valeur de la température maximale assignée de fonctionnement.

Les conditions thermiques doivent être ajustées de telle manière que la durée théorique de l'essai soit de 30 jours ou 60 jours, au choix du fabricant. Si aucune indication n'est donnée, la période d'essai sera de 30 jours (voir l'alinéa b) du 7.2).

11.3 Après avoir atteint la température ambiante, les transformateurs doivent satisfaire aux exigences suivantes:

a) A la tension et à la fréquence assignées d'alimentation, la tension secondaire à vide maximale du transformateur doit être à 5 % près de la valeur mesurée dans le 11.1.

b) La résistance d'isolement, mesurée selon les alinéas b), c) et d) du 15.2, ne doit pas être inférieure à 1 MΩ.

Temperatures are measured on windings, if possible by the "change in resistance" method using the equation 1 and in all cases, by means of a thermocouple or the like.

$$t_2 = \frac{R_2}{R_1} (234,5 + t_1) - 234,5 \quad (1)$$

where:

t_1 is the initial temperature in degrees Celsius

t_2 is the final temperature in degrees Celsius

R_1 is the resistance at temperature t_1

R_2 is the resistance at temperature t_2

This equation is valid only for copper windings, for aluminium windings the value 234,5 is replaced by 229.

The ambient temperature shall be measured at a distance of about 150 mm from the transformer, and at half the height of the transformer.

In any test, neither compound nor varnish shall be emitted. Minor seepage, which shows no tendency to fall away, shall be neglected.

11 Endurance

This test shall be applied only to transformers which are marked with the rated maximum operating temperature (t_w).

11.1 *The test is carried out on seven new transformers, which have not been subjected to preceding tests and which shall not be used for further testing.*

Before the test, the maximum no-load output voltage of the transformer shall be measured at rated supply voltage and at rated frequency.

11.2 *The windings of the transformer shall withstand the thermal endurance test described in 11.4, which is intended to control the value of the rated maximum operating temperature.*

The thermal conditions shall be so adjusted that the objective duration of the test shall be either 30 days or 60 days, at the manufacturer's choice. If no indication is given, the test period shall be 30 days (see 7.2, item b)).

11.3 *After the transformers have reached room temperature, they shall satisfy the following requirements:*

a) *At rated supply voltage and rated frequency, the maximum no-load output voltage of the transformer shall be within 5 % of the value measured in 11.1 above.*

b) *The insulation resistance measured in accordance with 15.2 items b), c) and d) shall be not less than 1 MΩ.*

c) Le transformateur doit supporter une tension d'essai selon 15.3 entre les mêmes parties que celles spécifiées en b) ci-dessus, la tension d'essai étant égale à deux fois la tension assignée sur le primaire et 1,1 fois la tension de fonctionnement sur le secondaire de ceux des transformateurs qui ont les enroulements secondaires isolés des parties métalliques extérieures.

Ceux des transformateurs qui ont l'enroulement secondaire connecté aux parties métalliques extérieures doivent être soumis à l'essai de rigidité diélectrique par tension induite selon le 15.4, la tension d'essai étant égale à 1,1 fois la tension assignée d'alimentation.

11.4 Pendant l'essai d'endurance thermique, les sept transformateurs doivent être placés dans un four et la tension assignée d'alimentation doit être appliquée au circuit.

Les transformateurs doivent fonctionner électriquement de la même manière qu'en usage normal. Les condensateurs, composants ou autres auxiliaires qui ne doivent pas être soumis aux essais doivent être déconnectés et reconnectés, mais à l'extérieur du four. Les autres composants qui n'ont pas d'influence sur les conditions de fonctionnement des enroulements peuvent être retirés.

NOTE - Dans les cas où il est nécessaire de déconnecter des condensateurs, des composants ou d'autres auxiliaires qui ne doivent pas être soumis aux essais, il est recommandé que le constructeur fournisse des transformateurs spéciaux avec des parties enlevées et toutes les connexions supplémentaires nécessaires sorties du transformateur.

En général, pour obtenir les conditions normales de fonctionnement, les transformateurs seront essayés avec leur charge normale (voir 2.9). La résistance équivalente à la charge normale sera toujours placée à l'extérieur du four.

Les thermostats du four sont ensuite réglés de telle manière que la température intérieure du four atteigne une valeur telle que la température de l'enroulement le plus chaud dans chacun des transformateurs soit approximativement égale à la valeur théorique donnée dans le tableau 2.

Tableau 2 - Températures d'essai théoriques

Température maximale de fonctionnement assignée, t_w °C	Température d'essai théorique pour un essai de durée de vie de	
	30 jours °C	60 jours °C
100	165	152
105	172	159
110	179	165
115	186	172
120	193	178
125	200	185
130	207	192

c) The transformer shall withstand a voltage test according to 15.3 between the same parts as specified for b) above, the test voltage being equal to twice the rated voltage on the input side and 1,1 times the working voltage on the output side of those transformers which have the output winding insulated from the external metal parts.

Those transformers which have the output winding connected to the external metal parts, shall be submitted to the electric strength test by induced voltage according to 15.4 the test voltage being equal to 1,1 times the rated supply voltage.

11.4 During the thermal endurance test, the seven transformers shall be placed in an oven and the rated supply voltage applied to the circuit.

The transformers shall function electrically in a manner similar to that in normal use. Capacitors, components or other auxiliaries which should not be subjected to the test, shall be disconnected and reconnected again in circuit, but outside the oven. Other components which do not influence the operating conditions of the windings may be removed.

NOTE - In cases where it is necessary to disconnect capacitors, components or other auxiliaries which should not be subjected to the test, it is recommended that the manufacturer supplies special transformers with these parts removed and any necessary additional connections brought out from the transformer.

In general, to obtain normal operating conditions, the transformers will be tested with their normal load (see 2.9). The normal load equivalent resistance shall always be kept outside the oven.

The oven thermostats are then regulated in such a way that the internal temperature of the oven attains a value such that the temperature of the hottest winding in each of the transformers is approximately equal to the objective value given in table 2.

Table 2 - Objective test temperature

Rated maximum operating temperature t_w °C	Theoretical test temperature for a life test period of	
	30 days °C	60 days °C
100	165	152
105	172	159
110	179	165
115	186	172
120	193	178
125	200	185
130	207	192

La durée normale de l'essai de durée de vie est de 30 jours, sauf pour les transformateurs marqués "D 6", qui sont soumis à un essai de durée de vie s'étendant sur 60 jours.

Après 7 h, la température réelle de l'enroulement est déterminée par la méthode de la variation de résistance et, si nécessaire, les thermostats du four sont réglés de nouveau pour s'approcher d'aussi près que possible de la température d'essai théorique. Ensuite une lecture journalière de la température de l'air dans le four est effectuée pour s'assurer que les thermostats maintiennent la valeur correcte à ± 2 °C près.

Les températures de l'enroulement sont de nouveau mesurées après 24 h et la durée finale de l'essai, pour n'importe quel transformateur, est déterminée à partir de l'équation (2). La différence autorisée entre la température réelle théorique de l'enroulement le plus chaud de n'importe lequel des transformateurs en essai et la valeur théorique doit être telle que la durée finale de l'essai ne soit pas inférieure aux deux tiers de la durée théorique de l'essai et ne soit pas supérieure à deux fois cette durée.

Aucune tentative ne doit être faite pour maintenir la température de l'enroulement constante au-delà de la mesure effectuée après 24 h. Seule la température ambiante doit être stabilisée par le dispositif de commande thermostatique.

La durée d'essai pour chaque transformateur commence à partir de l'instant où le transformateur est connecté à l'alimentation.

A la fin de son essai, le transformateur concerné doit être déconnecté de l'alimentation mais ne doit pas être retiré du four tant que les essais sur les autres transformateurs ne sont pas achevés.

NOTE - La température théorique de l'essai correspond à une durée de vie de cinq ans en fonctionnement continu à la température maximale de fonctionnement assignée, t_w .

L'équation suivante doit être utilisée, comme cela est prescrit par cet article:

$$\log L = \log L_o + 4\,500 \left(-\frac{1}{T} - \frac{1}{T_w} \right) \quad (2)$$

où:

L est la durée théorique de l'essai en jours

L_o est 1 826 jours (5 ans)

T est la température d'essai théorique en kelvins ($t + 273$)

T_w est la température maximale de fonctionnement assignée en kelvins ($t_w + 273$)

La constante 4 500 a été déterminée empiriquement.

12 Degrés de protection

12.1 Les transformateurs indépendants doivent présenter des degrés de protection conformes à la CEI 598-1 avec au moins le degré IP20; ils doivent être conçus pour que n'importe laquelle des parties actives ne soit accessible que:

The standard life test period is 30 days, except for transformers marked with "D6" which are subjected to a life test period of 60 days.

After 7 h, the actual temperature of the winding is determined by the "change in resistance" method and if necessary the oven thermostats are re-adjusted to approximate as closely as possible to the objective test temperature. Thereafter a daily reading of the air temperature in the oven is taken to ensure that the thermostats are maintaining the correct value to within ± 2 °C.

The winding temperatures are measured again after 24 h and the final test period for any transformer is determined from the following equation (2). The permissible difference between the actual objective temperature of the hottest winding of any of the transformers under test and the theoretical value shall be such that the final period is not less than two-thirds and not more than twice the objective test period.

No attempt shall be made to hold the winding temperature constant after the measurement at 24 h. Only the ambient air temperature shall be stabilized by the thermostatic control.

The test period for each transformer commences from the time the transformer is connected to the supply.

At the end of its test, the relevant transformer shall be disconnected from the supply but it shall not be removed from the oven until the tests on the other transformers have been completed.

NOTE - The theoretical test temperatures correspond to a working life of five years continuous operation at the rated maximum operating temperature, t_w .

The following equation shall be used as required by this clause:

$$\log L = \log L_o + 4\,500 \left(-\frac{1}{T} - \frac{1}{T_w} \right) \quad (2)$$

where:

L is the objective test life in days

L_o is 1 826 days (5 years)

T is the theoretical test temperature in kelvins ($t + 273$)

T_w is the rated maximum operating temperature in kelvins ($t_w + 273$)

The constant 4 500 has been established empirically.

12 Degrees of protection

12.1 Independent transformers shall provide degrees of protection complying with IEC 598-1 with at least the degree IP20 and they shall be so designed that any live part is only accessible:

- avec l'aide d'une clef ou d'un outil;
- après déconnexion de l'alimentation au moyen d'un sectionneur couplé qui est actionné par l'ouverture de l'enveloppe de protection.

Le laquage, l'émaillage et le revêtement ou doublage avec du papier, du coton et des matériaux similaires ne doivent pas être considérés comme donnant d'une manière fiable la protection demandée contre les contacts avec les parties actives. De plus, les parties métalliques externes, même si elles sont connectées à l'enroulement secondaire, ne doivent pas être considérées comme des parties actives (voir 16.2).

12.2 La conformité est vérifiée par les essais de la CEI 598-1, section neuf, correspondant aux degrés de protection marqués sur le transformateur.

Pour la vérification du degré 2 de protection contre les contacts avec les parties actives à l'intérieur des enveloppes et de protection contre la pénétration des corps solides étrangers, seul le doigt d'épreuve montré sur la figure 1 de la CEI 529 est appliqué dans toutes les positions possibles, si nécessaire avec une force de 10 N.

Pour la vérification du degré de protection contre la pénétration des liquides, les transformateurs sont montés avec leur câblage extérieur comme en usage normal, les presse-étoupe à vis, s'ils existent, étant serrés avec un couple de 2,5 Nm.

13 Tensions appliquées aux condensateurs série

13.1 Les transformateurs utilisant des condensateurs série doivent avoir un interrupteur thermique ou un dispositif analogue connecté dans les enroulements primaires. Les transformateurs doivent être essayés en conditions anormales et aussi avec un ou plusieurs condensateurs court-circuités. L'interrupteur doit fonctionner avant que la température maximale d'enroulement, indiquée dans le tableau 1, soit atteinte.

13.2 Les condensateurs doivent être munis de résistances de décharge, voir CEI 1048.

13.3 Dans les conditions normales, pendant que les transformateurs sont essayés à la tension assignée d'alimentation, la tension aux bornes de chaque condensateur série ne doit pas dépasser la tension assignée du condensateur.

La conformité est vérifiée par des mesures.

13.4 Dans les conditions anormales spécifiées dans 10.3, la tension aux bornes de chaque condensateur ne doit pas dépasser la tension d'essai. Si cette dernière n'est pas indiquée, elle est considérée comme égale à 1,3 fois la tension assignée du condensateur.

La conformité est vérifiée pendant l'essai du 10.2.

14 Résistance à l'humidité

Les transformateurs doivent être protégés contre les conditions d'humidité qui peuvent se rencontrer en usage normal.

La conformité est vérifiée par l'essai suivant.

- either with the aid of a key or a tool;
- or after disconnection of the supply by means of an interlock switch that is operated by the opening of the protecting enclosure.

Lacquering, enamelling and coating or lining with paper, cotton or similar material shall not be relied upon to give the required protection against contact with live parts. Moreover external metal parts, even if connected to the output winding, shall not be deemed to be live parts (see 16.2).

12.2 Compliance is checked by the tests of IEC 598-1, section nine, corresponding to the degree of protection marked on the transformer.

For the checking of the degree 2 of protection against contact with live parts inside the enclosures and of protection against ingress of solid foreign bodies, only the test finger shown in figure 1 of IEC 529 is applied in every possible position, if necessary with a force of 10 N.

For the checking of the degree of protection against ingress of liquid, the transformers are fitted with external wiring as in normal use, screwed glands, if any, being tightened with a torque of 2,5 Nm.

13 Voltage across series capacitors

13.1 Transformers using series capacitors shall have a thermal cut-out or similar device connected in the primary windings. The transformers shall be tested for abnormal conditions and also with one or more capacitors short-circuited. The cut-out shall operate before the maximum winding temperature shown in table 1 is reached.

13.2 Capacitors shall be fitted with discharge resistors, see IEC 1048.

13.3 Under normal conditions, where the transformers are being tested at rated supply voltage, the voltage across each of the series capacitors shall not exceed the rated voltage of the capacitor.

Compliance is checked by measurement.

13.4 Under the abnormal conditions specified in 10.3, the voltage across each of the capacitors shall not exceed the test voltage. If the test voltage is not marked, it is deemed to be equal to 1,3 times the rated voltage of the capacitor.

Compliance is checked during the test of 10.2.

14 Moisture resistance

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

Compliance is checked by the following test.

Le transformateur doit être conditionné pendant 48 h dans une enceinte contenant de l'air dont le taux d'humidité relative est maintenu entre 91 % et 95 %. A tous les endroits où le transformateur est placé, la température de l'air doit être maintenue à 1 °C près de n'importe quelle valeur commode t entre 20 °C et 30 °C.

Avant d'être placé dans l'enceinte, le transformateur est porté à une température comprise entre t et $(t + 4)$ °C.

Le transformateur doit être installé en conformité avec les instructions du fabricant (si elles existent).

Les entrées de câble (si elles existent) doivent être laissées ouvertes. Si des entrées défonçables sont utilisées, l'une d'entre elles doit être ouverte.

Avant l'essai d'isolement, les gouttes d'eau visibles doivent être enlevées au moyen d'un papier buvard.

15 Résistance d'isolement et rigidité diélectrique

15.1 La résistance d'isolement et la rigidité diélectrique des transformateurs doit être convenable.

La conformité est vérifiée par les essais des 15.2, 15.3 et, dans le cas des transformateurs dans lesquels l'enroulement secondaire est connecté aux parties métalliques extérieures, par l'essai du 15.4. Ces essais doivent être effectués immédiatement après l'essai de l'article 14, dans l'enceinte d'humidité ou dans la pièce dans laquelle les transformateurs sont portés à la température prescrite, après remontage des parties qui ont pu être retirées. Les surfaces exposées doivent être essuyées avec un tissu absorbant pour retirer l'humidité de surface.

Pour les transformateurs ayant une enveloppe non métallique, la surface extérieure doit être entourée par une feuille métallique.

15.2 La résistance d'isolement doit être mesurée avec l'application d'une tension continue d'environ 500 V, la mesure étant faite 1 min après l'application de la tension.

La résistance d'isolement est mesurée, dans l'ordre:

- a) entre les parties actives de polarité différente qui peuvent être séparées;*
- b) entre les parties actives reliées électriquement à l'enroulement primaire et les parties métalliques extérieures en incluant la feuille métallique enroulée autour des parties externes du matériau isolant;*
- c) entre les parties actives reliées électriquement au(x) secondaire(s) si elles sont isolées des parties métalliques extérieures, et les parties métalliques extérieures;*
- d) entre l'enveloppe métallique et une feuille de métal en contact avec la surface intérieure d'un éventuel revêtement isolant si ce dernier est nécessaire pour assurer la conformité à l'article 20.*

La résistance d'isolement ne doit pas être inférieure à 2 M Ω .

The transformer shall be conditioned for 48 h in an enclosure containing air with a relative humidity maintained between 91 % and 95 %. At all places where the transformer is located, the temperature of the air shall be maintained within 1 °C of any convenient value t between 20 °C and 30 °C.

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

The transformer shall be mounted in accordance with the manufacturer's instructions (if any).

Cable entries (if any) shall be left open. If knock-outs are provided, one of them shall be opened.

Before the insulation test, visible drops of water shall be removed by means of blotting paper.

15 Insulation resistance and electric strength

15.1 The insulation resistance and the dielectric strength of transformers shall be adequate.

Compliance is checked by the tests of 15.2, 15.3 and, in the case of transformers the output winding of which is connected to the external metal parts, by the test of 15.4. These tests shall be made immediately after the test of clause 14, in the humidity cabinet or in the room in which the transformers were brought to the prescribed temperature, after reassembly of those parts which may have been removed. Exposed surfaces shall be wiped with an absorbent cloth to remove surface moisture.

For transformers having a non-metallic enclosure, the outer surface shall be wrapped in metal foil.

15.2 The insulation resistance shall be 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 is measured consecutively:

- a) between live parts of different polarity which can be separated;*
- b) between live parts electrically connected to the input winding, and external metal parts including the metal foil wrapping of external parts of insulating material;*
- c) between live parts electrically connected to the output winding(s), if they are insulated from the external metal parts, and external metal parts;*
- d) between the metal enclosure and a metal foil in contact with the inner surface of any insulating lining and if this lining is necessary to ensure compliance with clause 20.*

The insulation resistance shall be not less than 2 M Ω .

15.3 Essai de rigidité diélectrique par tension appliquée

Une tension pratiquement sinusoïdale, ayant la valeur suivante et une fréquence de 50 Hz ou 60 Hz, doit être appliquée pendant 1 min entre les parties spécifiées par le 15.2.

Les tensions d'essai sont:

- *pour tous les transformateurs, deux fois la tension primaire assignée plus 1 000 V appliquée au primaire, avec l'enroulement secondaire connecté aux parties métalliques extérieures;*
- *pour les transformateurs dont l'enroulement secondaire est isolé des parties métalliques extérieures, deux fois la tension secondaire à vide assignée appliquée au secondaire, l'enroulement primaire étant connecté à ce dernier.*

Au début, on ne doit pas appliquer plus de la moitié de la tension prescrite. Celle-ci est ensuite augmentée rapidement jusqu'à la valeur finale.

Aucun contournement ou perforation ne doit se produire pendant l'essai.

Des lueurs de décharge sans chute de tension sont négligées.

15.4 Essai de rigidité diélectrique par tension induite

Cet essai doit être effectué immédiatement après celui du 15.3. L'objet est de vérifier l'isolement entre les spires de l'enroulement secondaire et le corps.

Le transformateur, à vide, doit être connecté pendant 1 min à une tension alternative aussi éloignée que possible d'une onde sinusoïdale. La tension primaire doit être élevée à 150 % de la tension d'alimentation assignée. La fréquence doit être environ égale à deux fois la fréquence assignée.

Aucun contournement ou perforation ne doit se produire pendant l'essai.

16 Construction

16.1 Les transformateurs doivent être intrinsèquement à l'épreuve des courts-circuits.

16.2 Les parties métalliques extérieures du transformateur doivent être connectées à une borne de terre. Un point de l'enroulement secondaire du transformateur, ayant un courant de court-circuit dépassant 25 mA et/ou une tension secondaire à vide assignée dépassant 5 000 V, doit aussi être également connecté:

- soit à cette borne de terre;
- soit à une deuxième borne de terre, auquel cas les deux bornes doivent être reliées par un conducteur amovible de résistance négligeable.

NOTE - Les transformateurs avec un secondaire dépassant 5 000 V et 25 mA, et avec des enroulements secondaires non mis à la terre, ne sont pas inclus dans cette norme mais peuvent être autorisés par les règlements nationaux.

15.3 Electric strength test through applied voltage

A voltage of substantially sine-wave form, having the following value and a frequency of 50 Hz or 60 Hz shall be applied for 1 min between the parts specified in 15.2.

The test voltages are:

- for all transformers twice the rated input voltage plus 1 000 V on the input side, with the output winding connected to the external metal parts;*
- for transformers whose output winding is insulated from the external metal parts: twice the rated no-load output voltage on the output side, the input winding being connected to the latter.*

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

No flashover or breakdown shall occur during the test.

Glow discharges without drop in voltage are neglected.

15.4 Electric strength test through induced voltage

This test shall be made immediately after the test of 15.3. The intention is to check the insulation between turns of the output winding and the body.

The transformer, with no-load, shall be connected for 1 min to an a.c. voltage, as far as possible of sine-wave form. The primary voltage shall be raised to 150 % of the rated supply voltage. The frequency shall be approximately twice the rated frequency.

No flashover or breakdown shall occur during the test.

16 Construction

16.1 Transformers shall be inherently short-circuit proof.

16.2 The external metal parts of the transformer shall be connected to an earthing terminal. One point of the output winding of the transformer having a short-circuit current exceeding 25 mA and/or rated no-load output voltage exceeding 5 000 V shall also be connected:

- either to this earthing terminal;
- or to a second earthing terminal in which case both terminals shall be connected with a removable link of negligible resistance.

NOTE - Transformers with an output exceeding 5 000 V and 25 mA and with unearthed output windings, are not included in this standard but may be allowed by national requirements.

Le point milieu de l'enroulement secondaire doit être relié à la terre; cependant, une extrémité de l'enroulement secondaire peut être mise à la terre si la tension secondaire à vide ne dépasse pas 5 000 V.

16.3 La conformité aux prescriptions des 16.1 et 16.2 est vérifiée par une mesure prenant en compte les tolérances indiquées au 8.2.

16.4 Si des dispositifs de réglage, des interrupteurs manuels, des interrupteurs différentiels et des dispositifs de compensation du facteur de puissance sont incorporés dans un transformateur, ils doivent être dans le circuit primaire.

Les condensateurs de compensation du facteur de puissance peuvent être insérés en série dans le circuit secondaire à condition que le transformateur et ses condensateurs forment un tout qui ne puisse pas être divisé sans que le transformateur soit mis hors d'usage et que celui-ci soit équipé d'un système de décharge adapté, tel que la tension au secondaire ne dépasse pas 50 V, 1 min après la déconnexion du transformateur de sa source d'alimentation à tension assignée.

La conformité est vérifiée par examen et par mesure.

16.5 Les transformateurs indépendants doivent être munis d'une enveloppe suffisamment résistante à la chaleur et au feu, ayant une résistance mécanique adaptée.

16.5.1 Résistance mécanique

La résistance mécanique doit être essayée avec l'appareil d'essai de choc à ressort en conformité avec la CEI 817.

L'énergie de choc et la compression du ressort de l'appareil d'essai sont:

énergie de choc: 0,70 Nm

compression: 24 mm.

Dans le cas d'enveloppes non métalliques, l'essai doit être répété après un conditionnement du transformateur pendant 24 h à -10 °C.

16.5.2 Résistance à la chaleur

Les matériaux non métalliques dont la détérioration peut amener le transformateur à devenir dangereux doivent être résistants à la chaleur. Les matériaux métalliques, s'ils sont employés, doivent être protégés contre la corrosion, voir clause 22.

La conformité est vérifiée en soumettant les enveloppes et les autres parties extérieures en matières isolantes à l'essai de pression à la bille tel qu'il est décrit dans la CEI 598-1, section treize, article 13.2.

16.5.3 Résistance au feu

Les parties extérieures accessibles en matériau isolant doivent présenter une résistance au feu appropriée.

La conformité est vérifiée en soumettant les enveloppes et les autres parties extérieures accessibles à l'essai au fil incandescent tel qu'il est décrit au 21.2.

The mid-point of the output winding shall be connected to earth; however, one end of the output winding may be earthed if the no-load output voltage does not exceed 5 000 V.

16.3 Compliance with the requirements of 16.1 and 16.2 is checked by measurement taking into account the tolerances specified in 8.2.

16.4 If setting devices, manually operated switches, earth leakage switches and power factor compensation devices are incorporated in a transformer, they shall be in the input circuit.

Power factor compensation capacitors may be inserted in series in the output circuit on condition that the transformer and its capacitors form a whole which cannot be separated without the transformer being put out of use, and that the transformer is provided with an adequate discharge device such that the voltage across the output circuit does not exceed 50 V, 1 min after disconnection of the transformer from a supply source at rated voltage.

Compliance is checked by inspection and by measurement.

16.5 Independent transformers shall be provided with an enclosure having adequate mechanical strength and being sufficiently resistant to heat and fire.

16.5.1 Mechanical strength

The mechanical strength shall be tested with the spring-operated impact test apparatus in accordance with IEC 817.

The impact energy and spring compression of the testing apparatus are as follows:

impact energy: 0,70 Nm

compression: 24 mm.

In the case of non-metallic enclosures, the test shall be repeated after a conditioning of the transformer for 24 h at -10 °C.

16.5.2 Resistance to heat

Non-metallic materials the deterioration of which might cause the transformer to become unsafe shall be resistant to heat. Metallic materials, if used, shall be protected against corrosion, see clause 22.

Compliance is checked by subjecting enclosures and other external parts of insulating material to a ball-pressure test as described in IEC 598-1, section thirteen, clause 13.2.

16.5.3 Resistance to fire

External accessible parts of insulating material shall have an appropriate level of fire resistance.

Compliance is checked by subjecting enclosures and other external accessible parts to the glow-wire test as described in 21.2.

16.5.4 Enveloppes non métalliques

Les transformateurs indépendants avec enveloppes non métalliques doivent en plus être essayés comme suit:

- l'échantillon d'essai doit être constitué de trois unités;
- l'essai doit consister en dix cycles;
- le transformateur doit être mesuré par l'essai de variation de résistance (voir 10.5);
- la tolérance de mesure doit être de ± 2 K.

Les conditions d'essai suivantes s'appliquent:

a) Température stabilisée

Quand la température des enroulements reste constante à 2 K/h près.

b) Cycles d'essai

Cycle 1

Sans alimentation, la température du transformateur doit se stabiliser à la température ambiante (voir 4.3).

Le transformateur doit être mis en fonctionnement dans les conditions anormales (10.3 à 10.5) jusqu'à ce qu'une température stable soit atteinte et pendant au moins 8 h.

L'alimentation est débranchée et on laisse le transformateur se refroidir à la température ambiante.

Cycles 2 à 10

Le transformateur est refroidi à une température stable de -25 °C.

Le transformateur doit être mis en fonctionnement dans les conditions anormales (10.3 à 10.5) jusqu'à ce qu'une température stable soit atteinte et pendant au moins 8 h.

L'alimentation est débranchée et on laisse le transformateur se refroidir à la température ambiante.

À l'issue de l'ensemble des dix cycles, les trois échantillons doivent être conformes à leur degré de protection IP et aux exigences des articles 14 et 15.

Des craquelures, non visibles à l'oeil nu dont la vision est corrigée, sont acceptables.

16.6 Le sectionneur couplé pour la déconnexion de l'alimentation, si nécessaire en conformité avec le 12.1, doit être conçu de façon telle que lorsqu'il est en position "ouvert", avec le couvercle donnant accès aux parties actives ouvert, il ne puisse pas être manoeuvré en position "fermé" sans l'aide d'un accessoire particulier. Les parties actives de cet interrupteur doivent être efficacement protégées contre les contacts accidentels.

La conformité est vérifiée par examen.

16.5.4 *Non-metallic enclosures*

Independent transformers with non-metallic enclosures shall, in addition, be tested as follows:

- *the test sample shall consist of three units;*
- *the test shall consist of 10 cycles;*
- *the transformer shall be measured by the change of resistance test (see 10.5);*
- *tolerance of measurement of temperature: ± 2 K.*

The following test conditions apply.

a) Stabilized temperature

When the temperature of the windings remains steady within 2 K/h.

b) Test cycles

Cycle 1

With no supply the transformer temperature shall become stable at room temperature (see 4.3).

The transformer shall be operated for abnormal conditions (10.3 to 10.5) until stable temperature is reached and for not less than 8 h.

The supply is disconnected and the transformer allowed to cool to room temperature.

Cycles 2 to 10

The transformer is cooled to a stable temperature of -25 °C.

The transformer shall be operated for abnormal conditions (10.3 to 10.5) until stable temperature is reached and for not less than 8 h.

The supply is disconnected and the transformer allowed to cool to room temperature.

On completion of all ten cycles, all three samples shall comply with their IP degree of protection and with the requirements of clauses 14 and 15.

Cracks, not visible to the naked eye with corrected vision, are acceptable.

16.6 The interlock-switch for the disconnection of the supply, if required in accordance with 12.1 shall be designed so that, when in the "OFF" position with the cover giving access to live parts left open, it cannot be moved to the "ON" position without the aid of a special accessory. Live parts of this switch shall be effectively protected against accidental contact.

Compliance is checked by inspection.

Le sectionneur couplé doit être soumis à 100 manoeuvres avec une résistance équivalente à la charge normale. Ensuite une tension de 2 000 V, 50 Hz, doit être appliquée, pendant 1 min, entre les contacts en position ouverte.

Pendant cet essai, aucun contournement ou perforation ne doit se produire.

17 Raccordement des conducteurs

17.1 L'enroulement primaire et l'enroulement secondaire des transformateurs doivent être munis soit de bornes dans lesquelles le raccordement est effectué au moyen de vis, écrous ou moyens d'efficacité équivalente, y compris bornes sans vis, soit avec des fils de connexion souples, d'un type approprié.

17.2 Les bornes du côté primaire doivent permettre le raccordement des conducteurs comme indiqué au tableau 3.

Tableau 3 - Section nominale des conducteurs

Courant primaire assigné	Section nominale
A	mm ²
Inférieur ou égal à 10	1,5
Supérieur à 10 ou égal à 16	2,5
Supérieur à 16	4

17.3 Les bornes à vis doivent être conformes aux prescriptions de la section quatorze de la CEI 598-1.

17.4 Les bornes sans vis doivent être conformes aux prescriptions de la section quinze de la CEI 598-1.

17.5 Les transformateurs avec fils de connexion doivent être conformes aux prescriptions de l'annexe B.

18 Dispositions pour mise à la terre

18.1 Les transformateurs indépendants doivent être munis d'une ou de plusieurs bornes de terre internes et d'une borne de terre externe à laquelle le noyau et les parties métalliques extérieures doivent être connectés.

18.2 Les transformateurs à incorporer, dans lesquels l'enroulement secondaire est relié aux parties métalliques extérieures, doivent être munis d'une borne de terre connectée à ces parties.

The interlock-switch shall be subjected to 100 operations with normal load equivalent resistance. Then a voltage of 2 000 V, 50 Hz, shall be applied for 1 min between the contacts in the open position.

During this test, flashover or breakdown shall not occur.

17 Connection of the conductors

17.1 The input winding and the output winding of transformers shall be provided either with terminals in which connection is made by means of screws, nuts or equally effective means, including screwless terminals, or with flexible connecting leads of appropriate type.

17.2 Terminals on the input side shall allow the connection of conductors as shown in table 3.

Table 3 - Nominal cross-sectional area of conductors

Rated input current A	Nominal cross-sectional area mm ²
Up to and including 10	1,5
Over 10 and including 16	2,5
Over 16	4

17.3 Screw terminals shall comply with the requirements of section fourteen of IEC 598-1.

17.4 Screwless terminals shall comply with the requirements of section fifteen of IEC 598-1.

17.5 Transformers with connecting leads shall comply with the requirements of annex B.

18 Provision for earthing

18.1 Independent transformers shall be provided with one or more internal earthing terminals and one external earthing terminal, to which the core and the external metal parts shall be connected.

18.2 Built-in transformers, the output winding of which is connected to external metal parts, shall be provided with an earthing terminal connected to these parts.

18.3 Les bornes de terre doivent être conformes aux prescriptions de l'article 17. Les bornes de terre extérieures doivent permettre le raccordement d'un conducteur ayant une section nominale de 4 mm².

18.4 Les connexions électriques doivent être correctement bloquées pour éviter le desserrage. Il ne doit pas être possible de desserrer les connexions sans l'aide d'un outil.

Pour les bornes sans vis, il ne doit pas être possible de desserrer les organes de verrouillage non intentionnellement. La mise à la terre du transformateur par l'intermédiaire des organes de fixation du transformateur sur du métal mis à la terre est autorisée. Cependant, si un transformateur a une borne de terre, celle-là ne doit être utilisée que pour la mise à la terre du transformateur.

18.5 Toutes les parties d'une borne de terre doivent être telles que le danger d'une corrosion électrolytique résultant de leur contact avec le métal du conducteur de mise à la terre ou avec tout autre métal soit réduit.

Les vis et les autres parties de la borne de terre doivent être en laiton ou en un autre métal au moins aussi résistant à la corrosion ou en un matériau ayant une surface inoxydable. Au moins une des surfaces de contact doit être en métal nu.

18.6 *La conformité aux exigences des 18.1 à 18.5 est vérifiée par examen et par les essais effectués selon l'article 17.*

19 Vis, parties transportant le courant et connexions

19.1 Les vis, les parties transportant le courant et les connexions mécaniques dont la défaillance pourrait rendre le transformateur dangereux doivent résister aux contraintes mécaniques se produisant en usage normal.

La vérification est effectuée par examen et par les essais de la section quatre, articles 4.11 et 4.12, de la CEI 598-1.

20 Lignes de fuite et distances dans l'air

20.1 Circuits primaires

Les lignes de fuite et les distances dans l'air du circuit primaire des transformateurs ne doivent pas être inférieures aux valeurs indiquées dans le tableau 4.

18.3 Earthing terminals shall comply with the requirements of clause 17. External earthing terminals shall allow the connection of one conductor having nominal cross-sectional area of 4 mm².

18.4 The electrical connection shall be adequately locked against loosening and it shall not be possible to loosen the electrical connection without the use of a tool.

For screwless terminals, it shall not be possible to loosen the clamping means unintentionally. Earthing of transformer via the means of fixing the transformer to earthed metal is permitted. However, if a transformer has an earthing terminal, this terminal shall only be used for earthing the transformer.

18.5 All parts of an earth terminal shall be such as to minimize the danger of electrolytic corrosion resulting from contact with the earth conductor or any other metal in contact with them.

The screw and the other parts of the earthing terminal shall be made of brass or other metal no less resistant to corrosion, or a material with a non-rusting surface. At least one of the contact surfaces shall be bare metal.

18.6 *Compliance with the requirements of 18.1 to 18.5 is checked by inspection and by the tests according to clause 17.*

19 Screws, current-carrying parts and connections

19.1 Screws, current-carrying parts and mechanical connections, the failure of which might cause the transformer to become unsafe, shall withstand the mechanical stresses occurring in normal use.

Compliance is checked by inspection and by the tests of section four, clauses 4.11 and 4.12 of IEC 598-1.

20 Creepage distances and clearances

20.1 Input circuits

Creepage distances and clearances of the input circuit of the transformers shall be not less than the values shown in table 4.

Tableau 4 - Lignes de fuite et distances dans l'air (mm)

	Tension de fonctionnement		
	Au-dessus de 24 V et inférieure ou égale à 250 V	Au-dessus de 250 V et inférieure ou égale à 500 V	Au-dessus de 500 V et inférieure ou égale à 1 000 V
<u>Lignes de fuites</u>			
1) Entre parties actives de polarité différente	3	5	7
2) Entre parties actives et parties métalliques accessibles qui sont fixées en permanence sur le transformateur, y compris vis des dispositifs de fixation des couvercles ou de fixation du transformateur sur son support	4	6	8
<u>Distances dans l'air</u>			
3) Entre parties actives de polarité différente	3	5	7
4) Entre parties actives et parties métalliques accessibles qui sont fixées en permanence sur le transformateur, y compris vis des dispositifs de fixation des couvercles ou de fixation du transformateur sur son support	4	6	8
5) Entre les parties actives et une surface de support plate ou un couvercle métallique desserré, éventuellement, si la construction ne garantit pas que les valeurs correspondant au point 4) ci-dessus sont conservées dans les conditions les moins favorables	6	10	14

20.2 Circuits secondaires

Les lignes de fuite et les distances dans l'air entre parties actives de différentes polarités du circuit secondaire, entre les parties actives du circuit secondaire et d'autres parties métalliques, entre les parties actives du circuit primaire et les parties actives du circuit secondaire ne doivent pas être inférieures aux valeurs, en millimètres, respectivement calculées à l'aide des équations empiriques suivantes:

plus courtes lignes de fuite: $d = 8 + 4 U$

plus courtes distances dans l'air: $c = 6 + 3 U$

Dans ces équations, U est la tension de fonctionnement, en kilovolts, relative à la partie considérée; elle peut donc ne pas être la tension secondaire à vide assignée du transformateur.

Dans le cas d'un scellement complet ou d'un remplissage par compound, les distances internes ne sont pas contrôlées.

La conformité est vérifiée par examen et par mesure.

Une fente de moins de 1 mm de large n'intervient, dans la détermination des lignes de fuite, que par sa largeur. Tout espace d'air inférieur à 1 mm n'est pas pris en compte dans le calcul de distance dans l'air totale.

Table 4 - Creepage distances and clearances in air (mm)

	Working voltage		
	Above 24 V up to and including 250 V	Above 250 V up to and including 500 V	Above 500 V up to and including 1 000 V
<u>Creepage distances</u>			
1) Between live parts of different polarity	3	5	7
2) Between live parts and accessible metal parts which are permanently fixed to the transformer including screws of devices for fixing covers or fixing the transformer to its support	4	6	8
<u>Clearances</u>			
3) Between live parts of different polarity	3	5	7
4) Between live parts and accessible metal parts which are permanently fixed to the transformer including screws of devices for fixing covers or fixing the transformer to its support	4	6	8
5) Between live parts and a flat supporting surface or a loose metal cover, if any, if the construction does not ensure that the values under 4) above, are maintained under the most unfavourable conditions	6	10	14

20.2 Output circuits

Creepage distances and clearances between live parts of different polarity of the output circuit, between live parts of the output circuit and other metal parts, between live parts of the input circuit and live parts of the output circuit shall be not less than the values, in millimetres, respectively calculated from the following empirical equations:

$$\text{shortest creepage distances: } d = 8 + 4 U$$

$$\text{shortest clearances: } c = 6 + 3 U$$

In these equations, U is the working voltage, in kilovolts, related to the part considered; therefore it may not be the rated no-load output voltage of the transformer.

Completely sealed-off or compound filled internal distances are not checked.

Compliance is checked by inspection and by measurement.

The contribution to the creepage distance of any groove less than 1 mm wide is limited to its width. Any air gap less than 1 mm wide is ignored in computing the total clearance.

21 Matériaux isolants

21.1 Résistance au cheminement

Les parties isolantes des transformateurs indépendants avec un degré de protection IP autre que IP20, qui maintiennent des parties actives en position ou qui sont en contact avec de telles parties, et les parties isolantes des transformateurs à incorporer qui maintiennent en place des bornes externes, doivent être faites en un matériau résistant au cheminement, à moins qu'elles ne soient protégées de la poussière et de l'humidité.

Pour les matériaux autres que les céramiques, la conformité est vérifiée par l'essai de résistance aux courants de cheminement selon la CEI 112, avec les particularités suivantes:

- *Si le spécimen n'a pas de surface plate d'au moins 15 mm x 15 mm, l'essai peut être effectué sur une surface plate de dimensions réduites à condition que des gouttes de liquide ne s'écoulent pas du spécimen pendant l'essai. Il y a cependant lieu de n'employer aucun artifice pour retenir le liquide sur la surface. En cas de doute l'essai peut être effectué sur une bande séparée du même matériau ayant les dimensions requises et fabriquée par le même procédé.*
- *Si l'épaisseur du spécimen est inférieure à 3 mm, deux ou éventuellement plusieurs spécimens doivent être empilés pour obtenir une épaisseur d'au moins 3 mm.*
- *L'essai doit être effectué à trois endroits du spécimen ou sur trois spécimens.*
- *Les électrodes doivent être en platine et la solution d'essai A, décrite dans le 5.4 de la CEI 112, doit être utilisée.*
- *Le spécimen doit supporter 50 gouttes sans défaut à une tension d'essai de ITC 175 et, pour les pièces placées autour des bornes haute tension ITC 600.*
- *Un défaut s'est produit si un courant de 0,5 A ou plus a circulé pendant au moins 2 s dans une trace conductrice entre les électrodes sur la surface du spécimen, actionnant ainsi le relais de surintensité; ou si le spécimen brûle sans actionner le relais de surintensité.*
- *Le 6.4 de la CEI 112 concernant la détermination de l'érosion ne s'applique pas.*
- *La note 1 de l'article 3, concernant le traitement de surface ne s'applique pas.*

Il y a lieu de veiller à ce que les électrodes soient propres, correctement mises en forme et correctement positionnées avant le début de chaque essai.

En cas de doute l'essai doit être renouvelé, si nécessaire, sur un nouvel échantillon.

Cet essai ne s'applique pas aux enroulements.

21 Insulating materials

21.1 Resistance to tracking

Insulating parts of independent transformers with IP degree of protection other than IP20, which retain live parts in position or are in contact with such parts, and insulating parts of built-in transformers which retain external terminals in position, shall be of material resistant to tracking, unless they are protected against dust and moisture.

For materials other than ceramic, compliance is checked by the proof tracking test in accordance with IEC 112, subject to the following details:

- *If the specimen does not have a flat surface of at least 15 mm x 15 mm, the test may be carried out on a flat surface with reduced dimensions provided drops of liquid do not flow off the specimen during the test. No artificial means should, however, be used to retain the liquid on the surface. In case of doubt, the test may be made on a separate strip of the same material, having the required dimensions and manufactured by the same process.*
- *If thickness of the specimen is less than 3 mm, two, or if necessary more, specimens should be stacked to obtain a thickness of at least 3 mm.*
- *The test shall be made at three places of the specimen or on three specimens.*
- *The electrodes shall be of platinum and test solution A, described in 5.4 of IEC 112, shall be used.*
- *The specimen shall withstand 50 drops without failure at a test voltage of PTI 175, and for parts placed around high voltage terminals PTI 600.*
- *A failure has occurred if a current of 0,5 A or more flows for at least 2 s in a conducting path between the electrodes on the surface of the specimen, thus operating the overcurrent relay; or if the specimen burns without releasing the overcurrent relay.*
- *6.4 of IEC 112 regarding determination of erosion does not apply.*
- *Note 1 of clause 3, regarding surface treatment, does not apply.*

Care should be taken that the electrodes are clean, correctly shaped and correctly positioned before each test is started.

In case of doubt, the test shall be repeated, if necessary, on a new sample.

This test is not applicable to windings.

21.2 Les parties isolantes qui maintiennent des parties actives en position, à l'exception des enroulements, doivent résister à la flamme et à l'inflammation.

Pour les matériaux autres que la céramique, la conformité est vérifiée par l'essai suivant.

Les parties sont soumises à un essai employant un fil incandescent chauffé électriquement, comme défini dans la CEI 695-2-1, à une température d'essai de 650 °C et avec une durée d'application de 30 s. La partie de l'essai qui nécessite une couche placée au-dessous pour évaluer les effets des gouttes enflammées ne s'applique pas dans le cas où les transformateurs présentent une barrière effective à de telles gouttes.

22 Résistance à la corrosion

Les parties en métaux ferreux dont l'oxydation pourrait rendre le transformateur dangereux doivent être protégées efficacement contre la rouille.

La conformité est vérifiée par l'essai suivant.

Les parties à essayer doivent être complètement dégraissées. Elles sont ensuite immergées pendant 10 min dans une solution à 10 % de chlorure d'ammonium dans l'eau à une température de 20 °C ± 5 °C.

Sans les sécher, mais après avoir éliminé les gouttes éventuelles en secouant, les parties sont placées pendant 10 min dans une enceinte contenant de l'air saturé d'humidité à une température de 20 °C ± 5 °C.

Après séchage des parties pendant 10 min dans une enceinte chauffée à une température de 100 °C ± 5 °C, leurs surfaces ne doivent pas présenter de traces de rouille.

On ne prend pas en compte les traces de rouille sur les arêtes et d'éventuels dépôts jaunâtres disparaissant par frottement.

La protection par vernis est considérée comme étant satisfaisante pour les surfaces extérieures des noyaux magnétiques.

21.2 Insulating parts which retain live parts in position, except windings, shall be resistant to flame and ignition.

For material other than ceramic, compliance is checked by the following test.

Parts are subjected to a test using an electrically heated glow-wire as specified in IEC 695-2-1 at a test temperature of 650 °C and with a duration of application of 30 s. The part of the test using an underlying layer to evaluate the effect of flaming drops does not apply in the case where the transformer provides an effective barrier to such drops.

22 Resistance to corrosion

Ferrous parts, the rusting of which may cause the transformer to become unsafe shall be adequately rust-protected.

Compliance is checked by the following test.

All grease shall be removed from the parts to be tested. The parts are then immersed for 10 min in a 10 % solution of ammonium chloride in water at a temperature of 20 °C ± 5 °C.

Without drying, but after shaking off any drops, the parts are placed for 10 min in an enclosure containing air saturated with moisture at a temperature of 20 °C ± 5 °C.

After the parts have been dried for 10 min in a heating cabinet at a temperature of 100 °C ± 5 °C, their surfaces shall show no signs of rust.

Traces of rust on sharp edges and any yellowish film removable by rubbing may be ignored.

Protection by varnish is deemed to be adequate for the outer surface of iron cores.

Annexe A
(normative)

Informations sur les règles d'installation

Table simplifiée des prescriptions nationales particulières de câblage qui diffèrent des prescriptions de la CEI 1 050 pour tous les transformateurs.

Tableau A.1

Pays	Tension secondaire maximale kV		Exigences concernant la mise à la terre des enroulements secondaires (voir 19.2)		
	Entre bornes	Entre bornes et terre	Pas d'exigence	Une borne	Deux bornes
BE	12	6	Jusqu'à 6 kV et 25 mA	Tous les autres transformateurs	Tous les autres transformateurs (a)
DE	8	4	Jusqu'à 4 kV et courant de court- circuit < 25 mA	-	Tous les autres transformateurs (a)
IT	6	-	-	-	-
IE	10	5	-	Tous les autres transformateurs	Tous les autres transformateurs
JP	16	-	Terre non auto- risée	Terre non auto- risée	Terre non auto- risée (a)
NO	8	4	Jusqu'à 4 kV	Au-dessus de 4 kV	-
DK	8	4	Jusqu'à 4 kV	Au-dessus de 4 kV	-
SE	8	4	Jusqu'à 4 kV	Au-dessus de 4 kV	-
FI	8	4	Jusqu'à 4 kV et 25 mA	Tous les autres transformateurs	Tous les autres transformateurs
GB	10	5	-	Tous transforma- teurs	Tous transfor- mateurs
US	16	8	-	-	-
(a) Voir notes complémentaires ci-après.					

Notes complémentaires:

BELGIQUE:

Les sectionneurs bipolaires de sécurité sont obligatoires (Règlement Général pour la Protection du Travail (RGPT) Article 247).