

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC
60044-2**

Edition 1.2

2003-02

Edition 1:1997 consolidée par les amendements 1:2000 et 2:2002
Edition 1:1997 consolidated with amendments 1:2000 and 2:2002

Transformateurs de mesure –

**Partie 2:
Transformateurs inductifs de tension**

Instrument transformers –

**Part 2:
Inductive voltage transformers**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 60044-2:1997+A1:2000+A2:2002

Numérotation des publications

Depuis le 1er janvier 1997, les publications de la CEI sont numérotées à partir de 60000. Ainsi, la CEI 34-1 devient la CEI 60034-1.

Editions 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.

Informations supplémentaires sur les publications de la CEI

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 cette publication, y compris sa validité, sont disponibles dans le Catalogue des publications de la CEI (voir ci-dessous) en plus des nouvelles éditions, amendements et corrigenda. Des informations sur les sujets à l'étude et l'avancement des travaux entrepris par le comité d'études qui a élaboré cette publication, ainsi que la liste des publications parues, sont également disponibles par l'intermédiaire de:

- **Site web de la CEI** (www.iec.ch)
- **Catalogue des publications de la CEI**

Le catalogue en ligne sur le site web de la CEI (http://www.iec.ch/searchpub/cur_fut.htm) vous permet de faire des recherches en utilisant de nombreux critères, comprenant des recherches textuelles, par comité d'études ou date de publication. Des informations en ligne sont également disponibles sur les nouvelles publications, les publications remplacées ou retirées, ainsi que sur les corrigenda.

- **IEC Just Published**

Ce résumé des dernières publications parues (http://www.iec.ch/online_news/justpub/jp_entry.htm) est aussi disponible par courrier électronique. Veuillez prendre contact avec le Service client (voir ci-dessous) pour plus d'informations.

- **Service clients**

Si vous avez des questions au sujet de cette publication ou avez besoin de renseignements supplémentaires, prenez contact avec le Service clients:

Email: custserv@iec.ch
Tél: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00

Publication numbering

As from 1 January 1997 all IEC publications are issued with a designation in the 60000 series. For example, IEC 34-1 is now referred to as IEC 60034-1.

Consolidated editions

The IEC is now publishing consolidated versions of its publications. 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.

Further information on IEC publications

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 this publication, including its validity, is available in the IEC Catalogue of publications (see below) in addition to new editions, amendments and corrigenda. 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 also available from the following:

- **IEC Web Site** (www.iec.ch)
- **Catalogue of IEC publications**

The on-line catalogue on the IEC web site (http://www.iec.ch/searchpub/cur_fut.htm) enables you to search by a variety of criteria including text searches, technical committees and date of publication. On-line information is also available on recently issued publications, withdrawn and replaced publications, as well as corrigenda.

- **IEC Just Published**

This summary of recently issued publications (http://www.iec.ch/online_news/justpub/jp_entry.htm) is also available by email. Please contact the Customer Service Centre (see below) for further information.

- **Customer Service Centre**

If you have any questions regarding this publication or need further assistance, please contact the Customer Service Centre:

Email: custserv@iec.ch
Tel: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60044-2

Edition 1.2

2003-02

Edition 1:1997 consolidée par les amendements 1:2000 et 2:2002
Edition 1:1997 consolidated with amendments 1:2000 and 2:2002

Transformateurs de mesure –

**Partie 2:
Transformateurs inductifs de tension**

Instrument transformers –

**Part 2:
Inductive voltage transformers**

© IEC 2003 Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

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

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

International Electrotechnical Commission, 3, rue de Varembé, PO Box 131, CH-1211 Geneva 20, Switzerland
Telephone: +41 22 919 02 11 Telefax: +41 22 919 03 00 E-mail: inmail@iec.ch Web: www.iec.ch



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

CJ

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

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	8
1 Généralités	10
1.1 Domaine d'application	10
1.2 Références normatives	10
2 Définitions.....	12
2.1 Définitions générales	12
2.2 Définitions complémentaires pour les transformateurs inductifs de tension monophasés pour protection	20
3 Prescriptions générales.....	20
4 Conditions de service normales et spéciales.....	20
4.1 Conditions de service normales.....	20
4.2 Conditions de service spéciales	22
4.3 Installations de mise à la terre.....	24
5 Valeurs normales	24
5.1 Valeurs normales des tensions assignées	24
5.2 Valeurs normales de la puissance de précision	26
5.3 Valeurs normales du facteur de tension assigné.....	26
5.4 Limites d'échauffement	28
6 Prescriptions relatives à la conception.....	30
6.1 Prescriptions relatives à l'isolement.....	30
6.2 Tenue au court-circuit	40
6.3 Prescriptions mécaniques	42
7 Classification des essais	42
7.1 Essais de type	44
7.2 Essais individuels	44
7.3 Essais spéciaux.....	44
8 Essais de type	46
8.1 Essai d'échauffement.....	46
8.2 Essai de tenue au court-circuit	46
8.3 Essai au choc sur l'enroulement primaire	48
8.4 Essai sous pluie pour les transformateurs du type extérieur.....	50
8.5 Mesure des perturbations radioélectriques	52
9 Essais individuels.....	54
9.1 Vérification du marquage des bornes	54
9.2 Essais de tenue à fréquence industrielle sur les enroulements primaires et mesure des décharges partielles	56
9.3 Essais de tenue à fréquence industrielle entre sections et sur les enroulements secondaires	60
10 Essais spéciaux	60
10.1 Essai au choc coupé sur l'enroulement primaire	60
10.2 Mesure de la capacité et du facteur de dissipation diélectrique	62
10.3 Essais mécaniques	62
10.4 Mesure des surtensions transmises	64

CONTENTS

FOREWORD	9
1 General.....	11
1.1 Scope	11
1.2 Normative references.....	11
2 Definitions.....	13
2.1 General definitions	13
2.2 Additional definitions for single-phase inductive protective voltage transformers	21
3 General requirements.....	21
4 Normal and special service conditions	21
4.1 Normal service conditions	21
4.2 Special service conditions	23
4.3 System earthing.....	25
5 Ratings	25
5.1 Standard values of rated voltages	25
5.2 Standard values of rated output.....	27
5.3 Standard values of rated voltage factor	27
5.4 Limits of temperature rise	29
6 Design requirements	31
6.1 Insulation requirements	31
6.2 Short-circuit withstand capability	41
6.3 Mechanical requirements	43
7 Classification of tests	43
7.1 Type tests	45
7.2 Routine tests.....	45
7.3 Special tests	45
8 Type tests	47
8.1 Temperature-rise test.....	47
8.2 Short-circuit withstand capability test.....	47
8.3 Impulse test on primary winding	49
8.4 Wet test for outdoor type transformers	51
8.5 Radio interference voltage measurement.....	53
9 Routine tests.....	55
9.1 Verification of terminal markings	55
9.2 Power-frequency withstand tests on primary windings and partial discharge measurement.....	57
9.3 Power-frequency withstand tests between sections and on secondary windings	61
10 Special tests	61
10.1 Chopped impulse test on primary winding.....	61
10.2 Measurement of capacitance and dielectric dissipation factor	63
10.3 Mechanical tests	63
10.4 Transmitted overvoltage measurement.....	65

11	Marquage	68
11.1	Marquage de la plaque signalétique	68
11.2	Marquage des bornes	68
12	Prescriptions pour la précision des transformateurs inductifs de tension monophasés pour mesures	70
12.1	Désignation de la classe de précision d'un transformateur de tension pour mesures.....	70
12.2	Limites de l'erreur de tension et du déphasage des transformateurs de tension pour mesures.....	70
12.3	Essais de type concernant la précision des transformateurs de tension pour mesures.....	72
12.4	Essais individuels concernant la précision des transformateurs de tension pour mesures.....	72
12.5	Marquage de la plaque signalétique d'un transformateur de tension pour mesures.....	72
13	Prescriptions complémentaires pour les transformateurs inductifs de tension monophasés pour protection	74
13.1	Désignation de la classe de précision d'un transformateur de tension pour protection.....	74
13.2	Limites de l'erreur de tension et du déphasage des transformateurs de tension pour protection.....	74
13.3	Tensions assignées de l'enroulement secondaire de tension résiduelle	76
13.4	Puissance de l'enroulement secondaire de tension résiduelle	76
13.5	Classe de précision de l'enroulement secondaire de tension résiduelle.....	76
13.6	Essais de type concernant les transformateurs de tension pour protection	78
13.7	Essais individuels concernant les transformateurs de tension pour protection	78
13.8	Marquage de la plaque signalétique d'un transformateur de tension pour protection.....	78
	Figure 1 – Facteur correctif pour l'altitude	80
	Figure 2 – Circuit d'essai pour la mesure des décharges partielles.....	82
	Figure 3 – Variante de circuit d'essai pour la mesure des décharges partielles.....	82
	Figure 4 – Exemple de circuit d'essai équilibré pour la mesure des décharges partielles	84
	Figure 5 – Exemple de circuit d'étalonnage pour la mesure des décharges partielles.....	84
	Figure 6 – Transformateur monophasé avec bornes primaires totalement isolées et un seul circuit secondaire	86
	Figure 7 – Transformateur monophasé avec une borne primaire neutre à isolement réduit et un seul circuit secondaire	86
	Figure 8 – Ensemble triphasé avec un seul circuit secondaire	86
	Figure 9 – Transformateur monophasé avec deux circuits secondaires	88
	Figure 10 – Ensemble triphasé avec deux circuits secondaires.....	88
	Figure 11 – Transformateur monophasé avec un circuit secondaire à prises multiples.....	88
	Figure 12 – Ensemble triphasé avec un circuit secondaire à prises multiples	88
	Figure 13 – Transformateur monophasé avec deux circuits secondaires à prises multiples	90
	Figure 14 – Transformateur monophasé avec un enroulement de tension résiduelle.....	90
	Figure 15 – Transformateur triphasé avec enroulement de tension résiduelle.....	90
	Figure 16 – Exemple type de plaque signalétique.....	92

11	Markings	69
11.1	Rating plate markings	69
11.2	Terminal markings	69
12	Accuracy requirements for single-phase inductive measuring voltage transformers	71
12.1	Accuracy class designation for measuring voltage transformers	71
12.2	Limits of voltage error and phase displacement for measuring voltage transformers	71
12.3	Type tests for accuracy of measuring voltage transformers	73
12.4	Routine tests for accuracy of measuring voltage transformers	73
12.5	Marking of the rating plate of a measuring voltage transformer	73
13	Additional requirements for single-phase inductive protective voltage transformers	75
13.1	Accuracy class designation for protective voltage transformers	75
13.2	Limits of voltage error and phase displacement for protective voltage transformers	75
13.3	Rated voltages for secondary windings intended to produce a residual voltage	77
13.4	Output for secondary windings intended to produce a residual voltage	77
13.5	Accuracy class for secondary windings intended to produce a residual voltage	77
13.6	Type tests for protective voltage transformers	79
13.7	Routine tests for protective voltage transformers	79
13.8	Marking of the rating plate of a protective voltage transformer	79
	Figure 1 – Altitude correction factor	81
	Figure 2 – Test circuit for partial discharge measurement	83
	Figure 3 – Alternative circuit for partial discharge measurement	83
	Figure 4 – Example of balanced test circuit for partial discharge measurement	85
	Figure 5 – Example of calibration circuit for partial discharge measurement	85
	Figure 6 – Single-phase transformer with fully insulated terminals and a single secondary	87
	Figure 7 – Single-phase transformer with a neutral primary terminal with reduced insulation and a single secondary	87
	Figure 8 – Three-phase assembly with a single secondary	87
	Figure 9 – Single-phase transformer with two secondaries	89
	Figure 10 – Three-phase assembly with two secondaries	89
	Figure 11 – Single-phase transformer with one multi-tap secondary	89
	Figure 12 – Three-phase assembly with one multi-tap secondary	89
	Figure 13 – Single-phase transformer with two multi-tap secondaries	91
	Figure 14 – Single-phase transformer with one residual voltage winding	91
	Figure 15 – Three-phase transformer with one residual voltage winding	91
	Figure 16 – Example of a typical rating plate	93

Figure 17 – Circuit de mesure.....	54
Figure 18 – Mesure des surtensions transmises: Circuit d'essai et installation pour essai GIS	94
Figure 19 – Mesure des surtensions transmises: Installation générale pour essais	94
Figure 20 – Mesure des surtensions transmises: Formes de l'onde d'essai	96
Tableau 1 – Catégories de température	20
Tableau 2 – Valeurs normales du facteur de tension assigné	28
Tableau 3 – Limites d'échauffement des enroulements	30
Tableau 4 – Niveaux d'isolement assignés pour les enroulements primaires de transformateur avec une tension la plus élevée pour le matériel U_m inférieure à 300 kV	32
Tableau 5 – Niveaux d'isolement assignés pour les enroulements primaires de transformateur avec une tension la plus élevée pour le matériel U_m égale ou supérieure à 300 kV.....	34
Tableau 6 – Tensions de tenue à fréquence industrielle pour les enroulements primaires de transformateurs avec une tension la plus élevée pour le matériel U_m égale ou supérieure à 300 kV.....	34
Tableau 7 – Tensions d'essai de décharges partielles et niveaux admissibles	36
Tableau 8 – Longueurs de la ligne de fuite.....	38
Tableau 9 – Charges d'essai de tenue statique	42
Tableau 10 – Modalités d'application des charges d'essai aux bornes primaires de ligne.....	66
Tableau 11 – Limites de l'erreur de tension et du déphasage transformateurs de tension pour mesures	72
Tableau 12 – Limites de l'erreur de tension et du déphasage des transformateurs de tension pour protection	74
Tableau 13 – Tensions assignées de l'enroulement secondaire de tension résiduelle	76
Tableau 14 – Limites des surtensions transmises	40

Figure 17 – Measuring circuit.....	55
Figure 18 – Transmitted Overvoltages measurement: Test Circuit and GIS Test set-up	95
Figure 19 – Transmitted Overvoltages measurement: General Test set-up	95
Figure 20 – Transmitted Overvoltages measurement: Test Waveforms	97
Table 1 – Temperature categories	21
Table 2 – Standard values of rated voltage factors.....	29
Table 3 – Limits of temperature rise of windings	31
Table 4 – Rated insulation levels for transformer primary windings having highest voltage for equipment $U_m < 300$ kV	33
Table 5 – Rated insulation levels for primary windings having highest voltage for equipment $U_m \geq 300$ kV	35
Table 6 – Power-frequency withstand voltages for transformer primary windings having voltage for equipment $U_m \geq 300$ kV	35
Table 7 – Partial discharge test voltages and permissible levels.....	37
Table 8 – Creepage distances	39
Table 9 – Static withstand test loads	43
Table 10 – Modalities of application of the test loads to be applied to the line primary terminals.....	67
Table 11 – Limits of voltage error and phase displacement measuring voltage transformers.....	73
Table 12 – Limits of voltage error and phase displacement for protective voltage transformers.....	75
Table 13 – Rated voltages for secondary intended to produce a residual voltage	77
Table 14 – Transmitted overvoltage limits	41

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

TRANSFORMATEURS DE MESURE –

Partie 2: Transformateurs inductifs de tension

AVANT-PROPOS

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

La Norme internationale CEI 60044-2 a été établie par le comité d'études 38 de la CEI: Transformateurs de mesure.

La présente version consolidée de la CEI 60044-2 est issue de la première édition (1997) [documents 38/162/FDIS et 38/175/RVD], de son amendement 1 (2000) [documents 38/244/FDIS et 38/254/RVD] et de son amendement 2 (2002) [documents 38/286/FDIS et 38/290/RVD].

Elle porte le numéro d'édition 1.2.

Une ligne verticale dans la marge indique où la publication de base a été modifiée par les amendements 1 et 2.

Le comité a décidé que le contenu de la publication de base et de ses amendements ne sera pas modifié avant 2005. A cette date, la publication sera

- reconduite;
- supprimée;
- remplacée par une édition révisée, ou
- amendée.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

INSTRUMENT TRANSFORMERS –

Part 2: Inductive voltage transformers

FOREWORD

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

International Standard IEC 60044-2 has been prepared by IEC technical committee 38: Instrument transformers.

This consolidated version of IEC 60044-2 is based on the first edition (1997) [documents 38/162/FDIS and 38/175/RVD], its amendment 1 (2000) [documents 38/244/FDIS and 38/254/RVD] and its amendment 2 (2002) [documents 38/286/FDIS and 38/290/RVD].

It bears the edition number 1.2.

A vertical line in the margin shows where the base publication has been modified by amendments 1 and 2.

The committee has decided that the contents of the base publication and its amendments will remain unchanged until 2005. At this date, the publication will be

- reconfirmed;
- withdrawn;
- replaced by a revised edition, or
- amended.

TRANSFORMATEURS DE MESURE –

Partie 2: Transformateurs inductifs de tension

1 Généralités

1.1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 60044 est applicable aux transformateurs inductifs neufs destinés à être utilisés avec des appareils de mesure électriques et des dispositifs électriques de protection, de fréquence comprise entre 15 Hz et 100 Hz.

Elle s'applique principalement aux transformateurs à enroulements séparés, mais elle est valable aussi, dans la mesure du possible, pour les autotransformateurs. La présente norme n'est pas applicable aux transformateurs utilisés dans les laboratoires.

NOTE Bien que la présente norme ne comporte aucun article relatif aux exigences particulières pour les transformateurs triphasés, il a été estimé que les prescriptions générales des articles 3 à 11 pourraient leur être applicables. C'est pourquoi l'on trouve dans ces articles quelques références à leur cas (voir 2.1.4, 5.1.1, 5.2, et 11.2).

L'article 13 comprend les prescriptions et les essais qui complètent, en ce qui concerne les transformateurs de tension monophasés pour protection, ceux qui sont indiqués dans les articles 3 à 12. Les prescriptions de l'article 13 se rapportent en particulier aux transformateurs qui doivent avoir une précision pour actionner des systèmes de protection pour des tensions apparaissant en cas de défauts.

1.2 Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

CEI 60028:1925, *Spécification internationale d'un cuivre-type recuit*

CEI 60038:1983, *Tensions normales de la CEI*

CEI 60050(321):1986, *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) – Chapitre 321: Transformateurs de mesure*

CEI 60060-1:1989, *Techniques des essais à haute tension – Première partie: Définitions et prescriptions générales relatives aux essais*

CEI 60071-1:1993, *Coordination de l'isolement – Partie 1: Définitions, principes et règles*

CEI 60085:1984, *Evaluation et classification thermiques de l'isolation électrique*

CEI 60270:1981, *Mesure des décharges partielles*

CEI 60721: *Classification des conditions d'environnement*

CEI 60815:1986, *Guide pour le choix des isolateurs sous pollution*

CISPR 18-2:1986, *Caractéristiques des lignes et des équipements à haute tension relatives aux perturbations radioélectriques – Deuxième partie: Méthodes de mesure et procédure d'établissement des limites*

INSTRUMENT TRANSFORMERS –

Part 2: Inductive voltage transformers

1 General

1.1 Scope

This part of IEC 60044 applies to new inductive voltage transformers for use with electrical measuring instruments and electrical protective devices at frequencies from 15 Hz to 100 Hz.

Although this standard relates basically to transformers with separate windings, it is also applicable, where appropriate, to auto-transformers. This standard does not apply to transformers for use in laboratories.

NOTE Requirements specific to three-phase voltage transformers are not included in this standard but, so far as they are relevant, the requirements in clauses 3 to 11 apply to these transformers and a few references to them are included in those clauses (e.g. see 2.1.4, 5.1.1, 5.2, and 11.2).

Clause 13 covers the requirements and tests, in addition to those in clauses 3 to 12, that are necessary for single-phase inductive protective voltage transformers. The requirements of clause 13 apply particularly to transformers which are required to have sufficient accuracy to operate protective systems at voltages that occur under fault conditions.

1.2 Normative references

The following referenced documents are indispensable for the application of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

IEC 60028:1925, *International standard of resistance for copper*

IEC 60038:1983, *IEC standard voltages*

IEC 60050(321):1986, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 321: Instrument transformers*

IEC 60060-1:1989, *High-voltage test techniques – Part 1: General definitions and test requirements*

IEC 60071-1:1993, *Insulation co-ordination – Part 1: Definitions, principles and rules*

IEC 60085:1984, *Thermal evaluation and classification of electrical insulation*

IEC 60270:1981, *Partial discharge measurements*

IEC 60721: *Classification of environmental conditions*

IEC 60815:1986, *Guide for the selection of insulators in respect of polluted conditions*

CISPR 18-2:1986, *Radio interference characteristics of overhead power lines and high-voltage equipment – Part 2: Methods of measurement and procedure for determining limits*

2 Définitions

Pour les besoins de la présente partie de la CEI 60044, les définitions suivantes s'appliquent.

2.1 Définitions générales

2.1.1

transformateur de mesure

transformateur destiné à alimenter des appareils de mesure, des compteurs, des relais et autres appareils analogues

[VEI 321-01-01 modifiée]

2.1.2

transformateur de tension

transformateur de mesure dans lequel la tension secondaire est, dans les conditions normales d'emploi, pratiquement proportionnelle à la tension primaire et déphasée par rapport à celle-ci d'un angle voisin de zéro, pour un sens approprié des connexions

[VEI 321-03-01]

2.1.3

transformateur de tension non mis à la terre

transformateur de tension dont toutes les parties de l'enroulement primaire, y compris les bornes, sont isolées par rapport à la terre à un niveau qui correspond à son niveau d'isolement assigné

2.1.4

transformateur de tension mis à la terre

transformateur de tension monophasé destiné à avoir l'une des extrémités de son enroulement primaire reliée directement à la terre ou transformateur de tension triphasé destiné à avoir le point neutre de son enroulement primaire relié directement à la terre

2.1.5

enroulement primaire

enroulement auquel est appliquée la tension à transformer

2.1.6

enroulement secondaire

enroulement qui alimente les circuits de tension des appareils de mesure, des compteurs, des relais et circuits analogues

2.1.7

circuit secondaire

circuit extérieur alimenté par l'enroulement secondaire d'un transformateur

2.1.8

tension primaire assignée

valeur de la tension primaire qui figure dans la désignation du transformateur et d'après laquelle sont déterminées ses conditions de fonctionnement

[VEI 321-01-12 modifiée]

2.1.9

tension secondaire assignée

valeur de la tension secondaire qui figure dans la désignation du transformateur et d'après laquelle sont déterminées ses conditions de fonctionnement

[VEI 321-01-16 modifiée]

2 Definitions

For the purpose of this part of IEC 60044, the following definitions apply.

2.1 General definitions

2.1.1

instrument transformer

a transformer intended to supply measuring instruments, meters, relays and other similar apparatus

[IEV 321-01-01 modified]

2.1.2

voltage transformer

an instrument transformer in which the secondary voltage, in normal conditions of use, is substantially proportional to the primary voltage and differs in phase from it by an angle which is approximately zero for an appropriate direction of the connections

[IEV 321-03-01]

2.1.3

unearthed voltage transformer

a voltage transformer which has all parts of its primary winding, including terminals, insulated from earth to a level corresponding to its rated insulation level

2.1.4

earthed voltage transformer

a single-phase voltage transformer which is intended to have one end of its primary winding directly earthed or a three-phase voltage transformer which is intended to have the star-point of its primary winding directly earthed

2.1.5

primary winding

the winding to which the voltage to be transformed is applied

2.1.6

secondary winding

the winding which supplies the voltage circuits of measuring instruments, meters, relays or similar apparatus

2.1.7

secondary circuit

the external circuit supplied by the secondary winding of a transformer

2.1.8

rated primary voltage

the value of the primary voltage which appears in the designation of the transformer and on which its performance is based

[IEV 321-01-12 modified]

2.1.9

rated secondary voltage

the value of the secondary voltage which appears in the designation of the transformer and on which its performance is based

[IEV 321-01-16 modified]

2.1.10

rapport de transformation

rapport de la tension primaire réelle à la tension secondaire réelle

[VEI 321-01-18 modifiée]

2.1.11

rapport de transformation assigné

rapport de la tension primaire assignée à la tension secondaire assignée

[VEI 321-01-20 modifiée]

2.1.12

erreur de tension (erreur de rapport)

erreur que le transformateur introduit dans la mesure d'une tension et qui provient de ce que le rapport de transformation n'est pas égal au rapport de transformation assigné

[VEI 321-01-22 modifiée]

L'erreur de tension, exprimée en pour-cent, est donnée par la formule:

$$\text{erreur de tension \%} = \frac{K_n U_s - U_p}{U_p} \times 100$$

où

K_n est le rapport de transformation assigné;

U_p est la tension primaire;

U_s est la tension secondaire correspondant à la tension U_p dans les conditions de la mesure.

2.1.13

déphasage

différence de phase entre les vecteurs des tensions primaire et secondaire, le sens des vecteurs étant choisi de façon que cet angle soit nul pour un transformateur parfait

[VEI 321-01-23 modifiée]

Le déphasage est considéré comme positif lorsque le vecteur de la tension secondaire est en avance sur le vecteur de la tension primaire. Il est exprimé habituellement en minutes ou en centiradians

NOTE Cette définition n'est rigoureuse que pour des tensions sinusoïdales.

2.1.14

classe de précision

désignation appliquée à un transformateur de tension dont les erreurs restent dans des limites spécifiées pour des conditions d'emploi spécifiées

2.1.15

charge

admittance du circuit secondaire, exprimée en siemens, avec indication du facteur de puissance (en retard ou en avance)

NOTE La charge est généralement exprimée par la puissance apparente, en voltampères, absorbée à un facteur de puissance spécifié et sous la tension secondaire assignée.

2.1.16

charge de précision

valeur de la charge sur laquelle sont basées les conditions de précision

2.1.10**actual transformation ratio**

the ratio of the actual primary voltage to the actual secondary voltage

[IEV 321-01-18 modified]

2.1.11**rated transformation ratio**

the ratio of the rated primary voltage to the rated secondary voltage

[IEV 321-01-20 modified]

2.1.12**voltage error (ratio error)**

the error which a transformer introduces into the measurement of a voltage and which arises when the actual transformation ratio is not equal to the rated transformation ratio

[IEV 321-01-22 modified]

The voltage error, expressed in per cent, is given by the formula:

$$\text{voltage error \%} = \frac{K_n U_s - U_p}{U_p} \times 100$$

where

K_n is the rated transformation ratio;

U_p is the actual primary voltage;

U_s is the actual secondary voltage when U_p is applied under the conditions of measurement.

2.1.13**phase displacement**

the difference in phase between the primary voltage and the secondary voltage vectors, the direction of the vectors being so chosen that the angle is zero for a perfect transformer

[IEV 321-01-23 modified]

The phase displacement is said to be positive when the secondary voltage vector leads the primary voltage vector. It is usually expressed in minutes or centiradians

NOTE This definition is strictly correct for sinusoidal voltages only.

2.1.14**accuracy class**

a designation assigned to a voltage transformer, the errors of which remain within specified limits under prescribed conditions of use

2.1.15**burden**

the admittance of the secondary circuit expressed in siemens and power factor (lagging or leading)

NOTE The burden is usually expressed as the apparent power in voltamperes, absorbed at a specified power factor and at the rated secondary voltage.

2.1.16**rated burden**

the value of the burden on which the accuracy requirements of this specification are based

2.1.17 **puissance**

2.1.17.1 **puissance de précision**

valeur de la puissance apparente (en voltampères à un facteur de puissance spécifié) que le transformateur peut fournir au circuit secondaire à la tension secondaire assignée lorsqu'il est raccordé à sa charge de précision

[VEI 321-01-27 modifiée]

2.1.17.2 **puissance thermique limite**

valeur de la puissance apparente, référée à la tension assignée, que le transformateur peut fournir au circuit secondaire, quand la tension assignée est appliquée au primaire, sans excéder les limites pour l'échauffement spécifiées en 5.4

NOTE 1 En cette condition il est possible que les limites de l'erreur soient dépassées.

NOTE 2 En cas de plusieurs enroulements secondaires, la valeur de la puissance thermique limite doit être spécifiée pour chaque enroulement.

NOTE 3 L'utilisation simultanée de plusieurs enroulements secondaires n'est pas admise sans un accord entre constructeur et acheteur.

2.1.18 **tension la plus élevée pour le matériel**

tension efficace entre phases la plus élevée pour laquelle est conçue l'isolation du transformateur

2.1.19 **tension la plus élevée d'un réseau**

valeur la plus élevée de la tension qui se présente à un instant et en un point quelconque du réseau dans des conditions d'exploitation normales

2.1.20 **niveau d'isolement assigné**

combinaison des valeurs de tension qui caractérise l'isolation du transformateur en ce qui concerne son aptitude à supporter les contraintes diélectriques

2.1.21 **réseau à neutre isolé**

réseau dont aucun point neutre n'a de connexion intentionnelle à la terre, à l'exception des liaisons à haute impédance destinées à des dispositifs de protection ou de mesure

[VEI 601-02-24]

2.1.22 **réseau à neutre directement à la terre**

réseau dont le ou les points neutres sont reliés directement à la terre

[VEI 601-02-25]

2.1.23 **réseau à neutre non directement à la terre**

réseau dont le ou les points neutres sont reliés à la terre par l'intermédiaire d'impédances destinées à limiter les courants de défaut à la terre

[VEI 601-02-26]

2.1.17 output

2.1.17.1

rated output

the value of the apparent power (in voltamperes at a specified power factor) which the transformer is intended to supply to the secondary circuit at the rated secondary voltage and with rated burden connected to it

[IEV 321-01-27 modified]

2.1.17.2

thermal limiting output

the value of the apparent power referred to rated voltage which can be taken from a secondary winding, at rated primary voltage applied, without exceeding the limits of temperature rise of 5.4

NOTE 1 In this condition the limits of error may be exceeded.

NOTE 2 In the case of more than one secondary winding, the thermal limiting output is to be given separately.

NOTE 3 The simultaneous use of more than one secondary winding is not admitted unless there is an agreement between manufacturer and purchaser.

2.1.18

highest voltage for equipment

the highest r.m.s. phase-to-phase voltage for which a transformer is designed in respect of its insulation

2.1.19

highest voltage of a system

highest value of operating voltage which occurs under normal operating conditions at any time and at any point in the system.

2.1.20

rated insulation level

the combination of voltage values which characterizes the isolation of a transformer with regard to its capability to withstand dielectric stresses

2.1.21

isolated neutral system

a system where the neutral point is not intentionally connected to earth, except for high impedance connections for protection or measurement purposes

[IEV 601-02-24]

2.1.22

solidly earthed neutral system

a system whose neutral point(s) is(are) earthed directly

[IEV 601-02-25]

2.1.23

impedance earthed (neutral) system

a system whose neutral point(s) is(are) earthed through impedances to limit earth fault currents

[IEV 601-02-26]

2.1.24

réseau compensé par bobine d'extinction

réseau dont un ou plusieurs points neutres sont reliés à la terre par des réactances compensant approximativement la composante capacitive du courant de défaut monophasé à la terre

[VEI 601-02-27]

NOTE Pour un réseau compensé par bobine d'extinction, le courant résiduel dans le défaut est limité à tel point qu'un arc de défaut dans l'air est généralement auto-extinguible.

2.1.25

facteur de défaut à la terre

en un emplacement donné d'un réseau triphasé, et pour un schéma d'exploitation donné de ce réseau, rapport entre d'une part la tension efficace la plus élevée, à la fréquence du réseau, entre une phase saine et la terre pendant un défaut à la terre affectant une phase quelconque ou plusieurs phases en un point quelconque du réseau, et d'autre part la valeur efficace de la tension entre phase et terre à la fréquence du réseau qui serait obtenue à l'emplacement considéré en l'absence du défaut

[VEI 603-03-06]

2.1.26

réseau à neutre à la terre

réseau dont le neutre est relié à la terre soit directement, soit par une résistance ou réactance de valeur assez faible pour réduire les oscillations transitoires et laisser passer le courant suffisant pour la protection sélective contre les défauts à la terre

- a) Un réseau triphasé à neutre effectivement à la terre en un emplacement déterminé est un réseau caractérisé par un facteur de défaut à la terre en cet emplacement qui ne dépasse pas 1,4.

NOTE Cette condition est approximativement réalisée quand le rapport de la réactance homopolaire à la réactance directe est inférieur à trois et le rapport de la résistance homopolaire à la réactance directe est inférieur à un pour toutes les configurations du réseau.

- b) Un réseau triphasé à neutre non effectivement à la terre en un emplacement déterminé est un réseau caractérisé par un facteur de défaut à la terre en cet emplacement qui peut dépasser 1,4.

2.1.27

installation en situation exposée

installation dans laquelle le matériel est soumis à des surtensions d'origine atmosphérique

NOTE Ces installations sont généralement connectées à des lignes aériennes directement ou par l'intermédiaire de câbles de faible longueur.

2.1.28

installation en situation non exposée

installation dans laquelle le matériel n'est pas soumis à des surtensions d'origine atmosphérique

NOTE Ces installations sont généralement connectées à un réseau de câbles souterrains.

2.1.29

fréquence assignée

valeur de la fréquence sur laquelle sont basées les prescriptions de la présente norme

2.1.30

facteur de tension assignée

facteur par lequel il faut multiplier la tension primaire assignée pour déterminer la tension maximale pour laquelle le transformateur doit répondre aux prescriptions d'échauffement correspondantes pendant un temps spécifié ainsi qu'aux prescriptions de précision correspondantes

2.1.24**resonant earthed (neutral) system**

a system in which one or more neutral points are connected to earth through reactances which approximately compensate the capacitive component of a single-phase-to-earth fault current

[IEV 601-02-27]

NOTE With resonant earthing of a system, the residual current in the fault is limited to such an extent that an arcing fault in air is self-extinguishing.

2.1.25**earth fault factor**

at a given location of a three-phase system, and for a given system configuration, the ratio of the highest r.m.s. phase-to-earth power frequency voltage on a healthy phase during a fault to earth affecting one or more phases at any point on the system to the r.m.s. phase-to-earth power frequency voltage which would be obtained at the given location in the absence of any such fault

[IEV 604-03-06]

2.1.26**earthed neutral system**

a system in which the neutral is connected to earth either solidly or through a resistance or reactance of low enough value to reduce transient oscillations and to give a current sufficient for selective earth-fault protection

- a) A three-phase system with effectively earthed neutral at a given location is a system characterized by a earth fault factor at this point which does not exceed 1,4.

NOTE This condition is obtained approximately when, for all system configurations, the ratio of zero-sequence reactance to the positive-sequence reactance is less than three and the ratio of zero-sequence resistance to positive-sequence reactance is less than one.

- b) A three-phase system with non-effectively earthed neutral at a given location is a system characterized by earth fault factor at this point that may exceed 1,4.

2.1.27**exposed installation**

an installation in which the apparatus is subject to overvoltages of atmospheric origin

NOTE Such installations are usually connected to overhead transmission lines either directly or through a short length of cable.

2.1.28**non-exposed installation**

an installation in which the apparatus is not subject to overvoltages of atmospheric origin

NOTE Such installations are usually connected to underground cable networks.

2.1.29**rated frequency**

the value of the frequency on which the requirements of this standard are based

2.1.30**rated voltage factor**

the multiplying factor to be applied to the rated primary voltage to determine the maximum voltage at which a transformer must comply with the relevant thermal requirements for a specified time and with the relevant accuracy requirements

2.1.31

transformateur de tension pour mesures

transformateur de tension destiné à alimenter des appareils de mesure, des compteurs et autres appareils analogues

2.2 Définitions complémentaires pour les transformateurs inductifs de tension monophasés pour protection

2.2.1

transformateur de tension pour protection

transformateur de tension destiné à alimenter des relais électriques de protection

2.2.2

enroulement de tension résiduelle

enroulement d'un transformateur de tension monophasé destiné, pour un ensemble de trois transformateurs monophasés, à la constitution d'un triangle ouvert en vue de:

- a) fournir une tension résiduelle en cas de défaut à la terre;
- b) amortir les oscillations de relâchement (ferro-résonance).

3 Prescriptions générales

Tous les transformateurs doivent convenir pour l'usage de mesure mais certains, en plus, peuvent convenir pour des usages de protection. Les transformateurs utilisés à la fois pour les mesures et pour la protection doivent être conformes à tous les articles de la présente norme.

4 Conditions de service normales et spéciales

Des informations détaillées concernant la classification des conditions d'environnement sont données dans la série des CEI 60721.

4.1 Conditions de service normales

4.1.1 Température d'air ambiante

Les transformateurs de tension sont classés en trois catégories comme indiqué au Tableau 1.

Tableau 1 – Catégories de température

Catégorie	Température minimale °C	Température maximale °C
–5/40	–5	40
–25/40	–25	40
–40/40	–40	40
NOTE Dans le choix de la catégorie de température, il convient également de tenir compte des conditions de stockage et de transport.		

2.1.31**measuring voltage transformer**

a voltage transformer intended to supply indicating instruments, integrating meters and similar apparatus

2.2 Additional definitions for single-phase inductive protective voltage transformers**2.2.1****protective voltage transformer**

a voltage transformer intended to provide a supply to electrical protective relays

2.2.2**residual voltage winding**

the winding of a single-phase voltage transformer intended, in a set of three single-phase transformers, for connection in broken delta for the purpose of:

- a) producing a residual voltage under earth-fault conditions;
- b) damping of relaxation oscillations (ferro-resonances).

3 General requirements

All the transformers shall be suitable for measuring purposes, but, in addition, certain types may be suitable for protection purposes. Transformers for the dual purpose of measurement and protection shall comply with all clauses of this standard.

4 Normal and special service conditions

Detailed information concerning classification of environmental conditions is given in IEC 60721 series.

4.1 Normal service conditions**4.1.1 Ambient air temperature**

The voltage transformers are classified in three categories as given in Table 1.

Table 1 – Temperature categories

Category	Minimum temperature °C	Maximum temperature °C
–5/40	–5	40
–25/40	–25	40
–40/40	–40	40
NOTE In the choice of the temperature category, storage and transportation conditions should also be considered.		

4.1.2 Altitude

L'altitude est inférieure à 1000 m.

4.1.3 Vibrations ou tremblements de terre

Les vibrations dues à des causes externes au transformateur de tension ou aux tremblements de terre sont négligeables.

4.1.4 Autres conditions de service pour des transformateurs de tension du type intérieur

Les autres conditions de service considérées sont les suivantes:

- a) l'influence du rayonnement solaire peut être négligée;
- b) l'air ambiant n'est pas pollué de manière significative par la poussière, la fumée, les gaz corrosifs, les vapeurs ou le sel;
- c) les conditions d'humidité sont les suivantes:
 - 1) la valeur moyenne de l'humidité relative, mesurée pendant une période de 24 h, ne dépasse pas 95 %;
 - 2) la valeur moyenne de la pression de vapeur d'eau, pendant une période de 24 h, ne dépasse pas 2,2 kPa;
 - 3) la valeur moyenne de l'humidité relative, pendant une période d'un mois, ne dépasse pas 90 %;
 - 4) la valeur moyenne de la pression de vapeur d'eau, pendant une période d'un mois, ne dépasse pas 1,8 kPa.

Avec de telles conditions, l'apparition de condensation est possible occasionnellement.

NOTE 1 On peut s'attendre à de la condensation lors de brusques changements de température se produisant dans des périodes de forte humidité.

NOTE 2 Pour supporter les effets d'une forte humidité et de la condensation, tels que la détérioration de l'isolation ou la corrosion des parties métalliques, il convient d'utiliser des transformateurs de tension conçus pour de telles conditions.

NOTE 3 La condensation peut être évitée par une conception spéciale de l'habillage, par une ventilation et un chauffage appropriés ou par l'utilisation de déshumidificateurs.

4.1.5 Autres conditions de service pour des transformateurs de tension du type extérieur

Les autres conditions de service considérées sont les suivantes:

- a) la valeur moyenne de la température d'air ambiant, mesurée sur une période de plus de 24 h, ne dépasse pas 35 °C;
- b) il convient de tenir compte du rayonnement solaire jusqu'à un niveau de 1000 W/m² (par une journée claire à midi);
- c) l'air ambiant peut être pollué par de la poussière, de la fumée, des gaz corrosifs, des vapeurs ou du sel. La pollution ne dépasse pas les niveaux de pollution donnés au Tableau 8;
- d) la pression due au vent ne dépasse pas 700 Pa (ce qui correspond à une vitesse de l'air de 34 m/s);
- e) il convient de prendre en compte la présence de condensation ou de précipitations.

4.2 Conditions de service spéciales

Lorsque des transformateurs de tension peuvent être utilisés dans des conditions différentes des conditions normales de service données en 4.1, il convient que les exigences de l'utilisateur se réfèrent à des seuils normalisés comme suit.

4.1.2 Altitude

The altitude does not exceed 1000 m.

4.1.3 Vibrations or earth tremors

Vibrations due to causes external to the voltage transformer or earth tremors are negligible.

4.1.4 Other service conditions for indoor voltage transformers

Other considered service conditions are the following:

- a) the influence of solar radiation may be neglected;
- b) the ambient air is not significantly polluted by dust, smoke, corrosive gases, vapours or salt;
- c) the conditions of humidity are as follows:
 - 1) the average value of the relative humidity, measured during a period of 24 h, does not exceed 95 %;
 - 2) the average value of the water vapour pressure for a period of 24 h, does not exceed 2,2 kPa;
 - 3) the average value of the relative humidity, for a period of one month, does not exceed 90 %;
 - 4) the average value of the water vapour pressure, for a period of one month, does not exceed 1,8 kPa.

For these conditions, condensation may occasionally occur.

NOTE 1 Condensation can be expected where sudden temperature changes occur in periods of high humidity.

NOTE 2 To withstand the effects of high humidity and condensation, such as breakdown of insulation or corrosion of metallic parts, voltage transformers designed for such conditions should be used.

NOTE 3 Condensation may be prevented by special design of the housing, by suitable ventilation and heating or by the use of dehumidifying equipment.

4.1.5 Other service conditions for outdoor voltage transformers

Other considered service conditions are the following:

- a) average value of the ambient air temperature, measured over a period of 24 h, does not exceed 35 °C;
- b) solar radiation up to a level of 1000 W/m² (on a clear day at noon) should be considered;
- c) the ambient air may be polluted by dust, smoke, corrosive gases, vapours or salt. The pollution does not exceed the pollution levels given in Table 8;
- d) the wind pressure does not exceed 700 Pa (corresponding to 34 m/s wind speed);
- e) account should be taken of the presence of condensation or precipitation.

4.2 Special service conditions

When voltage transformers may be used under conditions different from the normal service conditions given in 4.1, the user's requirements should refer to standardized steps as follows.

4.2.1 Altitude

Pour des installations à une altitude supérieure à 1000 m, la distance d'arc dans les conditions atmosphériques de référence normalisées doit être déterminée en multipliant les tensions de tenue requises en conditions de service par un facteur k selon la Figure 1.

NOTE Pour l'isolation interne, la rigidité diélectrique n'est pas affectée par l'altitude. Il convient que la méthode de vérification de l'isolation externe fasse l'objet d'un accord entre constructeur et acheteur.

4.2.2 Température ambiante

Pour les installations situées là où la température ambiante peut s'écarter de manière significative des gammes de conditions de service normales fixées en 4.1.1, il convient que les gammes préférentielles de température minimale et maximale à spécifier soient:

- a) -50 °C et 40 °C pour les climats très froids;
- b) -5 °C et 50 °C pour les climats très chauds.

Dans certaines régions où l'apparition de vents chauds et humides est fréquente, de brusques variations de température peuvent entraîner l'apparition de condensations même en intérieur.

NOTE Dans certaines conditions de rayonnement solaire, des mesures appropriées comme par exemple la couverture, la ventilation forcée, etc. peuvent être nécessaires afin de ne pas dépasser les échauffements spécifiés.

4.2.3 Tremblements de terre

Des règles et des essais sont à l'étude.

4.3 Installations de mise à la terre

Les installations de mise à la terre considérées sont les suivantes:

- a) réseau à neutre isolé (voir 2.1.20);
- b) réseau à neutre mis à la terre par bobine d'extinction (voir 2.1.23);
- c) réseau à neutre mis à la terre (voir 2.1.25):
 - 1) réseau à neutre mis directement à la terre (voir 2.1.21);
 - 2) réseau à neutre mis à la terre par impédance (voir 2.1.22).

5 Valeurs normales

5.1 Valeurs normales des tensions assignées

5.1.1 Tension primaire assignée

Les valeurs normales de la tension primaire assignée des transformateurs triphasés et des transformateurs monophasés pour utilisation sur un réseau monophasé, ou entre phases sur un réseau triphasé, doivent être choisies parmi les valeurs des tensions assignées de réseaux désignées comme étant des valeurs usuelles de la CEI 60038. Les valeurs normales de la tension primaire assignée des transformateurs monophasés utilisés entre une phase d'un réseau triphasé et la terre ou entre un point neutre du réseau et la terre sont $1/\sqrt{3}$ fois les valeurs des tensions assignées de réseaux.

NOTE Le fonctionnement d'un transformateur de tension utilisé en transformateur de mesure ou en transformateur de protection est basé sur la tension primaire assignée, tandis que le niveau d'isolement assigné est basé sur l'une des tensions les plus élevées pour le matériel de la CEI 60038.

4.2.1 Altitude

For installation at an altitude higher than 1000 m, the arcing distance under the standardized reference atmospheric conditions shall be determined by multiplying the withstand voltages required at the service location by a factor k in accordance with Figure 1.

NOTE As for the internal insulation, the dielectric strength is not affected by altitude. The method for checking the external insulation shall be agreed between manufacturer and purchaser.

4.2.2 Ambient temperature

For installation in a place where the ambient temperature can be significantly outside the normal service condition range stated in 4.1.1, the preferred ranges of minimum and maximum temperature to be specified should be:

- a) $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$ and $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ for very cold climates;
- b) $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ and $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ for very hot climates.

In certain regions with frequent occurrence of warm humid winds, sudden changes of temperature may occur resulting in condensation even indoors.

NOTE Under certain conditions of solar radiation, appropriate measures e.g. roofing, forced ventilation, etc. may be necessary, in order not to exceed the specified temperature rises.

4.2.3 Earthquakes

Requirements and testing are under consideration.

4.3 System earthing

The considered system earthings are:

- a) isolated neutral system (see 2.1.20);
- b) resonant earthed system (see 2.1.23);
- c) earthed neutral system (see 2.1.25):
 - 1) solidly earthed neutral system (see 2.1.21);
 - 2) impedance earthed neutral system (see 2.1.22).

5 Ratings

5.1 Standard values of rated voltages

5.1.1 Rated primary voltages

The standard values of rated primary voltage of three-phase transformers and of single-phase transformers for use in a single-phase system or between lines in a three-phase system shall be one of the values of rated system voltage designated as being usual values in IEC 60038. The standard values of rated primary voltage of a single-phase transformer connected between one line of a three-phase system and earth or between a system neutral point and earth shall be $1/\sqrt{3}$ times one of the values of rated system voltage.

NOTE The performance of a voltage transformer as a measuring or protection transformer is based on the rated primary voltage, whereas the rated insulation level is based on one of the highest voltages for equipment of IEC 60038.

5.1.2 Tension secondaire assignée

La tension secondaire assignée doit être choisie selon la pratique à l'endroit où le transformateur doit être utilisé. Les valeurs indiquées ci-dessous sont considérées comme des valeurs normales pour les transformateurs monophasés utilisés sur des réseaux monophasés ou montés entre phases de réseaux triphasés:

- a) Basée sur la pratique courante d'un groupe de pays européens:
 - 100 V et 110 V;
 - 200 V pour les circuits secondaires étendus.
- b) Basée sur la pratique courante aux Etats-Unis et au Canada:
 - 120 V pour les réseaux de distribution;
 - 115 V pour les réseaux de transport;
 - 230 V pour les circuits secondaires étendus.

Pour les transformateurs monophasés destinés à être montés en phase et terre dans les réseaux triphasés, pour lesquels la tension primaire assignée est un nombre divisé par $\sqrt{3}$, la tension secondaire assignée doit être l'une des valeurs mentionnées ci-dessus, divisée par $\sqrt{3}$ de manière à conserver la valeur du rapport de transformation assigné.

NOTE 1 La tension secondaire assignée des enroulements destinés à produire la tension secondaire résiduelle est donnée en 13.3.

NOTE 2 Dans la mesure du possible, il convient que le rapport de transformation assigné soit une valeur simple. Si l'une des valeurs suivantes: 10 – 12 – 15 – 20 – 25 – 30 – 40 – 50 – 60 – 80 et leurs multiples décimaux est utilisée pour le rapport de transformation assigné en même temps que l'une des tensions secondaires assignées de ce paragraphe, on obtient la majorité des valeurs normales de tensions assignées de réseaux de la CEI 60038.

5.2 Valeurs normales de la puissance de précision

Les valeurs normales de la puissance de précision, exprimées en voltampères, pour un facteur de puissance de 0,8 (circuit inductif) sont:

10, 15, 25, 30, 50, 75, 100, 150, 200, 300, 400, 500 VA.

Les valeurs préférées sont soulignées. La puissance de précision d'un transformateur triphasé est celle par phase.

NOTE Pour un transformateur donné, pourvu qu'il ait une puissance de précision normale correspondant à une classe normale, d'autres valeurs de puissances de précision qui pourraient ne pas être normales, mais correspondant à des classes normales, peuvent également être indiquées.

5.3 Valeurs normales du facteur de tension assigné

Le facteur de tension est déterminé par la tension maximale de fonctionnement, laquelle dépend à son tour du réseau et des conditions de mise à la terre de l'enroulement primaire du transformateur.

Les valeurs normales du facteur de tension assigné approprié aux différentes conditions de mise à la terre du réseau sont données dans le Tableau 2 ci-après, de même que la durée admissible de l'application de la tension maximale de fonctionnement (c'est-à-dire durée assignée).

5.1.2 Rated secondary voltages

The rated secondary voltage shall be chosen according to the practice at the location where the transformer is to be used. The values given below are considered standard values for single-phase transformers in single-phase systems or connected line-to-line in three-phase systems and for three-phase transformers.

- a) Based on the current practice of a group of European countries:
 - 100 V and 110 V;
 - 200 V for extended secondary circuits.
- b) Based on the current practice in the United States and Canada:
 - 120 V for distribution systems;
 - 115 V for transmission systems;
 - 230 V for extended secondary circuits.

For single-phase transformers intended to be used phase-to-earth in three-phase systems where the rated primary voltage is a number divided by $\sqrt{3}$, the rated secondary voltage shall be one of the fore-mentioned values divided by $\sqrt{3}$, thus retaining the value of the rated transformation ratio.

NOTE 1 The rated secondary voltage for windings intended to produce a residual secondary voltage is given in 13.3.

NOTE 2 Whenever possible, the rated transformation ratio should be of a simple value. If one of the following values: 10 – 12 – 15 – 20 – 25 – 30 – 40 – 50 – 60 – 80 and their decimal multiples is used for the rated transformation ratio together with one of the rated secondary voltages of this subclause, the majority of the standard values of rated system voltage of IEC 60038 will be covered.

5.2 Standard values of rated output

The standard values of rated output at a power factor of 0,8 lagging, expressed in voltamperes, are:

10, 15, 25, 30, 50, 75, 100, 150, 200, 300, 400, 500 VA.

The values underlined are preferred values. The rated output of a three-phase transformer shall be the rated output per phase.

NOTE For a given transformer, provided one of the values of rated output is standard and associated with a standard accuracy class, the declaration of other rated outputs, which may be non-standard values but associated with other standard accuracy classes, is not precluded.

5.3 Standard values of rated voltage factor

The voltage factor is determined by the maximum operating voltage which, in turn, is dependent on the system and the voltage transformer primary winding earthing conditions.

The standard voltage factors appropriate to the different earthing conditions are given in Table 2 below, together with the permissible duration of maximum operating voltage (i.e. rated time).

Tableau 2 – Valeurs normales du facteur de tension assigné

Facteur de tension assigné	Durée assignée	Mode de connexion de l'enroulement primaire et conditions de mise à la terre du réseau
1,2	Continue	Entre phases d'un réseau quelconque Entre point neutre de transformateurs en étoile et terre dans un réseau quelconque
1,2	Continue	Entre phase et terre dans un réseau à neutre effectivement à la terre (2.1.25 a))
1,5	30 s	
1,2	Continue	Entre phase et terre dans un réseau à neutre non effectivement à la terre (2.1.25 b)) avec élimination automatique du défaut à la terre
1,9	30 s	
1,2	Continue	Entre phase et terre dans un réseau à neutre isolé (2.1.20) sans élimination automatique du défaut à la terre, ou dans un réseau compensé par bobine d'extinction (2.1.23) sans élimination automatique du défaut à la terre
1,9	8 h	
NOTE 1 La tension la plus élevée en fonctionnement permanent pour un transformateur inductif de tension est égale à la plus faible des deux valeurs: soit la tension la plus élevée pour le matériel (divisé par $\sqrt{3}$ pour les transformateurs connectés entre une phase d'un réseau triphasé et la terre), soit la tension primaire assignée multipliée par le facteur 1,2.		
NOTE 2 Des durées assignées réduites sont admissibles par accord entre le constructeur et l'utilisateur.		

5.4 Limites d'échauffement

A moins qu'il n'en soit spécifié autrement ci-après, l'échauffement d'un transformateur de tension à la tension spécifiée, à la fréquence assignée, pour la charge de précision, ou la plus grande des charges de précision lorsque le transformateur en comporte plusieurs, pour un facteur de puissance compris entre 0,8 (circuit inductif) et l'unité, ne doit pas dépasser la valeur appropriée donnée au Tableau 3.

La tension à appliquer au transformateur doit être celle indiquée à l'alinéa correspondant aux points a), b) ou c) ci-après:

- a) Tous les transformateurs de tension, quels que soient leur facteur de tension et leur durée assignée doivent être essayés à 1,2 fois la tension primaire assignée.

Si une valeur de puissance thermique limite est spécifiée, le transformateur doit être soumis à un essai à la tension primaire assignée, avec une charge correspondant à la puissance thermique limite absorbée à un facteur de puissance égal à 1. L'enroulement de tension résiduelle, lorsqu'il existe, ne doit pas être chargé.

Si une puissance thermique limite est spécifiée pour un ou plusieurs enroulements secondaires, le transformateur doit être essayé séparément en connectant chacun de ces enroulements, un à la fois, à une charge correspondant à sa puissance thermique limite avec un facteur de puissance de 1.

L'essai doit être continué jusqu'à ce que la température du transformateur atteigne un état stable.

- b) Les transformateurs ayant un facteur de tension de 1,5 pendant 30 s ou de 1,9 pendant 30 s doivent être essayés à leur facteur de tension respectif pendant 30 s comptées après l'application de 1,2 fois la tension assignée effectuée pendant une durée suffisante pour atteindre des conditions thermiques stables; l'échauffement ne doit pas alors dépasser de plus de 10 K la valeur spécifiée au Tableau 3.

En variante, de tels transformateurs peuvent être essayés à leur facteur de tension respectif pendant 30 s en partant de l'état froid; l'échauffement des enroulements ne doit pas alors dépasser 10 K.

NOTE Cet essai peut être omis s'il peut être prouvé par d'autres moyens que le transformateur est satisfaisant dans ces conditions.

- c) Les transformateurs ayant un facteur de tension de 1,9 pendant 8 h doivent être essayés à 1,9 fois la tension assignée pendant 8 h comptées après l'application de 1,2 fois la tension assignée effectuée pendant une durée suffisante pour atteindre des conditions thermiques stables; l'échauffement ne doit pas alors dépasser de plus de 10 K la valeur spécifiée au Tableau 3.