

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60044-7

Première édition
First edition
1999-12

Transformateurs de mesure –

**Partie 7:
Transformateurs de tension électroniques**

Instrument transformers –

**Part 7:
Electronic voltage transformers**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 60044-7:1999

Numéros des publications

Depuis le 1er 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* (VEI).

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

60044-7

Première édition
First edition
1999-12

Transformateurs de mesure –

**Partie 7:
Transformateurs de tension électroniques**

Instrument transformers –

**Part 7:
Electronic voltage transformers**

© IEC 1999 Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

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

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

International Electrotechnical Commission
Telefax: +41 22 919 0300

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



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE XB

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

SOMMAIRE

	Pages
AVANT-PROPOS	6
Articles	
1 Généralités	8
1.1 Domaine d'application	8
1.2 Références normatives	8
1.3 Schéma bloc général des transformateurs de tension électroniques.....	12
2 Définitions.....	14
2.1 Définitions générales.....	14
2.2 Définitions complémentaires pour les transformateurs de tension électroniques monophasés de protection	26
2.3 Index des symboles.....	26
3 Prescriptions générales	28
3.1 Généralités	28
3.2 Informations à fournir lors de la spécification d'un transformateur de tension électronique	30
4 Conditions de service normales et spéciales.....	30
4.1 Conditions de service normales.....	30
4.2 Conditions de service spéciales.....	34
4.3 Système de mise à la terre.....	36
5 Valeurs normales	36
5.1 Valeurs normales des tensions assignées	36
5.2 Valeurs normales de la puissance de précision.....	38
5.3 Valeurs normales du facteur de tension assigné	38
5.4 Valeurs normales de la tension d'alimentation auxiliaire.....	40
5.5 Domaine de référence normal des autres paramètres d'influence	40
6 Prescriptions relatives à la conception	42
6.1 Prescriptions relatives à l'isolement du capteur de tension primaire	42
6.2 Prescriptions relatives à l'isolement des composants basse tension.....	50
6.3 Tenue au court-circuit	52
6.4 Tenue à la surcharge thermique	52
6.5 Prescriptions relatives aux interférences radioélectriques	52
6.6 Prescriptions relatives à la transmission de surtensions.....	54
6.7 Prescriptions de compatibilité électromagnétique.....	54
6.8 Fiabilité	58
6.9 Tenue aux conditions de fonctionnement anormales	60
6.10 Signalisation des conditions de fonctionnement anormales	60
6.11 Prescriptions mécaniques	60
6.12 Bornes de mise à la terre	62
7 Classification des essais	62
7.1 Essais de type.....	62
7.2 Essais individuels.....	64
7.3 Essais spéciaux	64

CONTENTS

	Page
FOREWORD	7
Clause	
1 General.....	9
1.1 Scope	9
1.2 Normative references.....	9
1.3 General block diagram of electronic voltage transformers	13
2 Definitions.....	15
2.1 General definitions.....	15
2.2 Additional definitions for single-phase electronic protective voltage transformers	27
2.3 Index of symbols.....	27
3 General requirements	31
3.1 General.....	29
3.2 Information to be given for enquiries, tenders and orders.....	31
4 Normal and special service conditions	31
4.1 Normal service conditions	31
4.2 Special service conditions.....	35
4.3 Earthing system.....	37
5 Ratings	37
5.1 Standard values of rated voltages.....	37
5.2 Standard values of rated output	39
5.3 Standard values of rated voltage factor.....	39
5.4 Standard values of rated auxiliary power supply voltage	41
5.5 Standard reference values of other influencing parameters.....	41
6 Design requirements.....	43
6.1 Insulation requirements for primary voltage sensor	43
6.2 Insulation requirements for low-voltage components	51
6.3 Short-circuit withstand capability.....	53
6.4 Limits of temperature rise	53
6.5 Radio interference voltage requirements.....	53
6.6 Transmitted overvoltage requirements	55
6.7 Electromagnetic compatibility requirements	55
6.8 Reliability.....	59
6.9 Abnormal conditions withstand capability.....	61
6.10 Abnormal conditions signalling.....	61
6.11 Mechanical requirements	61
6.12 Earthing terminals.....	63
7 Classification of tests.....	63
7.1 Type tests.....	63
7.2 Routine tests	65
7.3 Special tests	65

Articles	Pages
8 Essais de type.....	64
8.1 Essai au choc sur les bornes du primaire	64
8.2 Essai sous pluie pour transformateurs de tension électroniques de type extérieur..	68
8.3 Essais concernant la précision	68
8.4 Essai de tenue aux conditions anormales de fonctionnement.....	70
8.5 Essai d'interférence radioélectrique	72
8.6 Essai de transmission de surtensions	72
8.7 Essais de compatibilité électromagnétique	72
8.8 Essai de tenue à la tension de choc des composants basse tension	78
8.9 Essais de fonctionnement en régime transitoire	80
9 Essais individuels.....	80
9.1 Vérification du marquage des bornes.....	80
9.2 Essais de tenue à fréquence industrielle sur les bornes de tension du primaire et mesure des décharges partielles	80
9.3 Essai de tenue à la fréquence industrielle pour les composants basse tension.....	84
9.4 Essais concernant la précision	86
10 Essais spéciaux	86
10.1 Essai au choc coupé sur les bornes du capteur de tension primaire	86
10.2 Mesure de la capacité et du facteur de dissipation diélectrique	88
10.3 Essais mécaniques	88
11 Marquage.....	90
11.1 Marquage de la plaque signalétique	90
11.2 Marquage des bornes.....	94
12 Prescriptions pour la précision des transformateurs de tension électroniques monophasés pour la mesure	94
12.1 Prescriptions générales.....	94
12.2 Prescriptions relatives à la maintenance.....	96
12.3 Désignation de la classe de précision d'un transformateur de tension électronique pour la mesure	96
12.4 Classes de précision normales pour transformateurs de tension électroniques pour la mesure	96
12.5 Limites de l'erreur de tension et du déphasage des transformateurs de tension électroniques pour la mesure	98
13 Prescriptions complémentaires pour les transformateurs de tension électroniques pour la protection	98
13.1 Prescriptions générales.....	98
13.2 Prescriptions relatives à la maintenance.....	100
13.3 Désignation de la classe de précision pour les transformateurs de tension électroniques pour la protection.....	100
13.4 Classes de précision normales pour transformateurs de tension électroniques pour la protection	100
13.5 Limites de l'erreur de tension et du déphasage des transformateurs de tension électroniques pour la protection.....	100
13.6 Prescriptions relatives aux performances en régime transitoire	102
Annexe A (normative) Charges pour les essais de performance en régime transitoire	104
Annexe B (informative) Informations techniques concernant les transformateurs de tension électroniques	108
Annexe C (informative) Bibliographie	136

Clause	Page
8 Type tests	65
8.1 Impulse test on primary voltage terminals	65
8.2 Wet test for outdoor type electronic voltage transformers.....	69
8.3 Tests for accuracy	69
8.4 Test for abnormal conditions withstand capability	71
8.5 Radio interference voltage test	73
8.6 Transmitted overvoltage test.....	73
8.7 Electromagnetic compatibility tests	73
8.8 Impulse voltage withstand test for low-voltage components	79
8.9 Transient performance tests	81
9 Routine tests.....	81
9.1 Verification of terminal markings	81
9.2 Power-frequency withstand tests on primary voltage terminals and partial discharge measurement	81
9.3 Power-frequency voltage withstand test for low-voltage components	85
9.4 Tests for accuracy	87
10 Special tests	87
10.1 Chopped lightning-impulse test on primary voltage terminals	87
10.2 Measurement of capacitance and dielectric dissipation factor	89
10.3 Mechanical strength tests	89
11 Markings	91
11.1 Rating plate markings	91
11.2 Terminal markings	95
12 Accuracy requirements for single-phase electronic measuring voltage transformers.....	95
12.1 General requirements	95
12.2 Maintenance requirement.....	97
12.3 Accuracy class designation for electronic measuring voltage transformers.....	97
12.4 Standard accuracy classes for electronic measuring voltage transformers	97
12.5 Limits of voltage error and phase displacement for electronic measuring voltage transformers	99
13 Additional requirements for single-phase electronic protective voltage transformers	99
13.1 General requirements	99
13.2 Maintenance requirements.....	101
13.3 Accuracy class designation for electronic protective voltage transformers.....	101
13.4 Standard accuracy classes for electronic protective voltage transformers	101
13.5 Limits of voltage error and phase displacement for electronic protective voltage transformers	101
13.6 Transient performance requirements.....	103
Annex A (normative) Burdens for the transient response test	105
Annex B (informative) Technical information for electronic voltage transformers.....	109
Annex C (informative) Bibliography	137

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

TRANSFORMATEURS DE MESURE –

Partie 7: Transformateurs de tension électroniques

AVANT-PROPOS

- 1) La CEI (Commission Electrotechnique Internationale) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, la CEI, entre autres activités, publie des Normes internationales. Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec la CEI, participent également aux travaux. La CEI collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de la CEI concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les documents produits se présentent sous la forme de recommandations internationales. Ils sont publiés comme normes, rapports techniques ou guides et agréés comme tels par les Comités nationaux.
- 4) Dans le but d'encourager l'unification internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent à appliquer de façon transparente, dans toute la mesure possible, les Normes internationales de la CEI dans leurs normes nationales et régionales. Toute divergence entre la norme 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 60044-7 a été établie par le comité d'études 38 de la CEI: Transformateurs de mesure.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
38/242/FDIS	38/243/RVD

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

Cette publication a été rédigée selon les Directives ISO/IEC, Partie 3.

Le comité a décidé que cette publication reste valable jusqu'en 2002. A cette date, selon décision préalable du comité, la publication sera

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

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

INSTRUMENT TRANSFORMERS –

Part 7: Electronic 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 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 60044-7 has been prepared by IEC technical committee 38: Instrument transformers

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

FDIS	Report on voting
38/242/FDIS	38/243/RVD

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

This publication has been drafted in accordance with the ISO/IEC Directives, Part 3.

The committee has decided that this publication remains valid until 2002. At this date, in accordance with the committee's decision, the publication will be

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

TRANSFORMATEURS DE MESURE –

Partie 7: Transformateurs de tension électroniques

1 Généralités

1.1 Domaine d'application

La présente partie de la Norme internationale CEI 60044 est applicable aux transformateurs de tension électroniques nouvellement construits, ayant une sortie analogique, et 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.

NOTE 1 Les transformateurs de tension utilisant des configurations optiques incluent généralement des composants électroniques, et sont par conséquent considérés comme faisant partie du domaine d'application de la présente norme.

NOTE 2 Des informations détaillées sont données dans l'annexe B.

NOTE 3 Bien que la présente norme ne comporte aucun article relatif aux exigences particulières pour les transformateurs de tension électroniques 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 par exemple 2.1.5, 5.1.1, 5.2, 11.2.1 et 11.2.2).

1.2 Références normatives

Les documents normatifs suivants contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour la présente partie de la CEI 60044. Pour les références datées, les amendements ultérieurs ou les révisions de ces publications ne s'appliquent pas. Toutefois, les parties prenantes aux accords fondés sur la présente partie de la CEI 60044 sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des documents normatifs indiqués ci-après. Pour les références non datées, la dernière édition du document normatif en référence s'applique. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur.

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

CEI 60044-2:1997, *Transformateurs de mesure – Partie 2: Transformateurs inductifs de tension*

CEI 60050(161):1990, *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) – Chapitre 161: Compatibilité électromagnétique*

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

CEI 60050(601):1985, *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) – Chapitre 601: Production, transport et distribution de l'énergie électrique – Généralités*

CEI 60050(604):1987, *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) – Chapitre 604: Production, transport et distribution de l'énergie électrique – Exploitation*

CEI 60060 (toutes les parties), *Technique des essais à haute tension*

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

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

INSTRUMENT TRANSFORMERS –

Part 7: Electronic voltage transformers

1 General

1.1 Scope

This part of International Standard IEC 60044 applies to newly manufactured electronic voltage transformers with analogue output, for use with electrical measuring instruments and electrical protective devices at frequencies from 15 Hz to 100 Hz.

NOTE 1 Optical arrangements usually include electronic components and are therefore considered to be within the application of this standard.

NOTE 2 Detailed information is given in annex B.

NOTE 3 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 2.1.5, 5.1.1, 5.2, 11.2.1 and 11.2.2).

1.2 Normative references

The following normative documents contain provisions which, through reference in this text, constitute provisions of this part of IEC 60044. For dated references, subsequent amendments to, or revisions of, any of these publications do not apply. However, parties to agreements based on this part of IEC 60044 are encouraged to investigate the possibility of applying the most recent editions of the normative documents indicated below. For undated references, the latest edition of the normative document referred to applies. Members of IEC and ISO maintain registers of currently valid International Standards.

IEC 60038:1983, *IEC standard voltages*

IEC 60044-2:1997, *Instrument transformers – Part 2: Inductive voltage transformers*

IEC 60050(161):1990, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 161: Electromagnetic compatibility*

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

IEC 60050(601):1985, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 601: Generation, transmission and distribution of electricity – General*

IEC 60050(604):1987, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 604: Generation, transmission and distribution of electricity – Operation*

IEC 60060 (all parts), *High-voltage techniques*

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*

CEI 60186:1987, *Transformateurs de tension*

CEI 60255-5:1977, *Relais électriques – Partie 5: Essais d'isolement des relais électriques*

CEI 60255-6:1988, *Relais électriques – Partie 6: Relais de mesure et dispositifs de protection*

CEI 60255-11:1979, *Relais électriques – Partie 11: Interruptions et composante alternative des grandeurs d'alimentation auxiliaires à courant continu pour relais de mesure*

CEI 60255-22-1:1988, *Relais électriques – Partie 22: Essais d'influence électrique concernant les relais de mesure et dispositifs de protection – Section 1: Essais à l'onde oscillatoire amortie à 1 MHz*

CEI 60270:1981, *Mesure des décharges partielles*

CEI 60617-1:1985, *Symboles graphiques pour schémas – Partie 1: Généralités, index général. Tables de correspondance*

CEI 60694:1996, *Spécifications communes aux normes de l'appareillage à haute tension*

CEI 60721 (toutes les parties), *Classification des conditions d'environnement*

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

CEI 61000 (toutes les parties), *Compatibilité électromagnétique (CEM)*

CEI 61000-4-1:1992, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4: Techniques d'essais et de mesure – Section 1: Vue d'ensemble sur les tests d'immunité. Publication fondamentale en CEM*

CEI 61000-4-2:1995, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4: Techniques d'essais et de mesure – Section 2: Essais d'immunité aux décharges électrostatiques. Publication fondamentale en CEM*

CEI 61000-4-3:1995, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4: Techniques d'essais et de mesure – Section 3: Essais d'immunité aux champs électromagnétiques rayonnés aux fréquences radioélectriques*

CEI 61000-4-4:1995, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4: Techniques d'essais et de mesure – Section 4: Essais d'immunité aux transitoires électriques rapides en salves. Publication fondamentale en CEM*

CEI 61000-4-5:1995, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4: Techniques d'essais et de mesure – Section 5: Essais d'immunité aux ondes de choc*

CEI 61000-4-8:1993, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4: Techniques d'essais et de mesure – Section 8: Essais d'immunité aux champs magnétiques à fréquence du réseau. Publication fondamentale en CEM*

CEI 61000-4-9:1993, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4: Techniques d'essais et de mesure – Section 9: Essais d'immunité au champ magnétique impulsionnel. Publication fondamentale en CEM*

CEI 61000-4-10:1993, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4: Techniques d'essais et de mesure – Section 10: Essais d'immunité au champ magnétique oscillatoire amorti. Publication fondamentale en CEM*

IEC 60186:1987, *Voltage transformers*

IEC 60255-5:1977, *Electrical relays – Part 5: Insulation tests for electrical relays*

IEC 60255-6:1988, *Electrical relays – Part 6: Measuring relays and protection equipment*

IEC 60255-11:1979, *Electrical relays – Part 11: Interruptions to and alternating component (ripple) in d.c. auxiliary energizing quantity of measuring relays*

IEC 60255-22-1:1988, *Electrical relays – Part 22: Electrical disturbance tests for measuring relays and protection equipment – Section 1: 1 MHz burst disturbance tests*

IEC 60270:1981, *Partial discharges measurements*

IEC 60617-1:1985, *Graphical symbols for diagrams – Part 1: General information, general index. Cross-reference tables*

IEC 60694:1996, *Common specifications for high-voltage switchgear and controlgear standards*

IEC 60721 (all parts), *Classification of environmental conditions*

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

IEC 61000 (all parts), *Electromagnetic compatibility (EMC)*

IEC 61000-4-1:1992, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4: Testing and measurement techniques – Section 1: Overview of immunity test. Basic EMC publication*

IEC 61000-4-2:1995, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4: Testing and measurement techniques – Section 2: Electrostatic discharge immunity test. Basic EMC publication*

IEC 61000-4-3:1995, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4: Testing and measurement techniques – Section 3: Radiated, radio-frequency, electromagnetic immunity test*

IEC 61000-4-4:1995, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4: Testing and measurement techniques – Section 4: Electrical fast transient/burst immunity test. Basic EMC publication*

IEC 61000-4-5:1995, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4: Testing and measurement techniques – Section 5: Surge immunity test*

IEC 61000-4-8:1993, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4: Testing and measurement techniques – Section 8: Power frequency magnetic field immunity test. Basic EMC publication*

IEC 61000-4-9:1993, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4: Testing and measurement techniques – Section 9: Pulse magnetic field immunity test. Basic EMC publication*

IEC 61000-4-10:1993, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4: Testing and measurement techniques – Section 10: Damped oscillatory magnetic field immunity test. Basic EMC publication*

CEI 61000-4-11:1994, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4: Techniques d'essais et de mesure – Section 11: Essais d'immunité relatifs aux creux de tension, coupures brèves et variations de tension*

CEI 61000-4-12:1995, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4: Techniques d'essais et de mesure – Section 12: Essai d'immunité aux ondes oscillatoires. Publication fondamentale en CEM*

CISPR 11 (EN 55011), *Appareils industriels, scientifiques et médicaux (ISM) à fréquence radioélectrique – Caractéristiques de perturbations électromagnétiques – Limites et méthodes de mesure*

EN 50081-2:1993, *Compatibilité électromagnétique – Norme générique d'émission – Partie 2: Environnement industriel*

1.3 Schéma bloc général des transformateurs de tension électroniques

La technique utilisée influe sur le choix des parties nécessaires à la réalisation d'un transformateur de tension électronique, c'est-à-dire qu'il n'est pas indispensable que toutes les parties décrites soient dans le transformateur (voir figures 1 et 2).

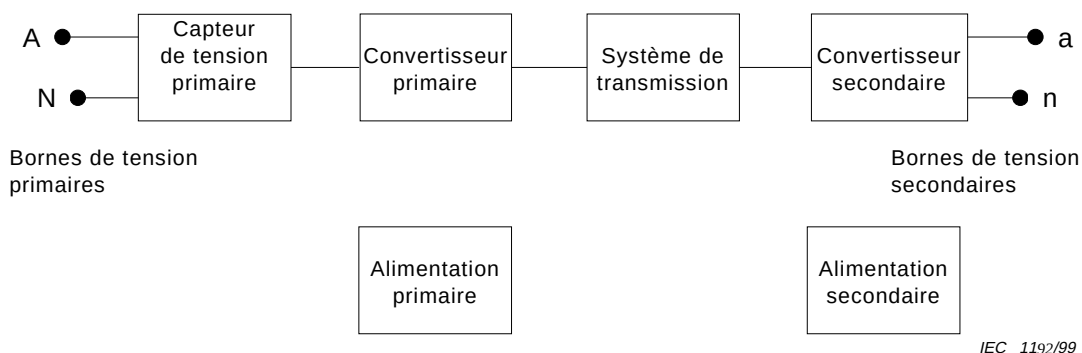


Figure 1 – Schéma bloc général des transformateurs de tension électroniques monophasés mis à la terre

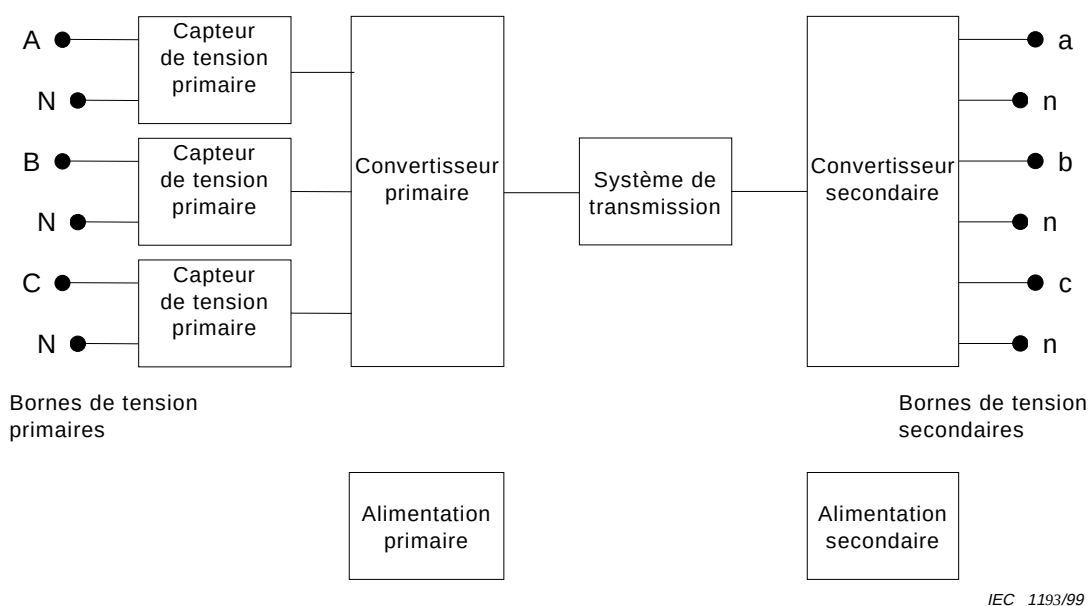


Figure 2 – Schéma bloc général des transformateurs de tension électroniques triphasés mis à la terre

IEC 61000-4-11:1994, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4: Testing and measurement techniques – Section 11: Voltage dips, short interruption and voltage variation immunity test*

IEC 61000-4-12:1995, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4: Testing and measurement techniques – Section 12: Oscillatory waves immunity tests. Basic EMC publication*

CISPR 11 (EN 55011), *Industrial, scientific and medical (ISM) radio-frequency equipment – Electromagnetic disturbance characteristics – Limits and methods of measurement*

EN 50081-2:1993, *Electromagnetic compatibility – Generic immunity standard – Part 2: Industrial environment*

1.3 General block diagram of electronic voltage transformers

The applied technology decides which parts are necessary for realisation of an electronic voltage transformer, i.e. it is not absolutely essential that all parts described be in the transformer (see figures 1 and 2).

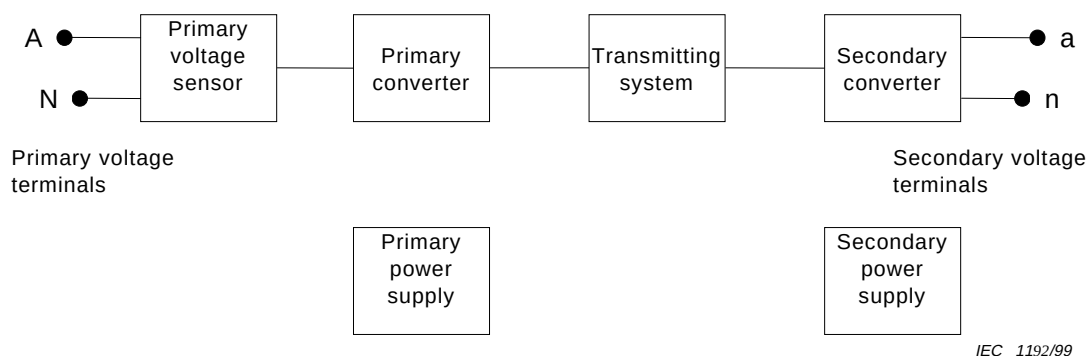


Figure 1 – General block diagram of earthed single-phase electronic voltage transformers

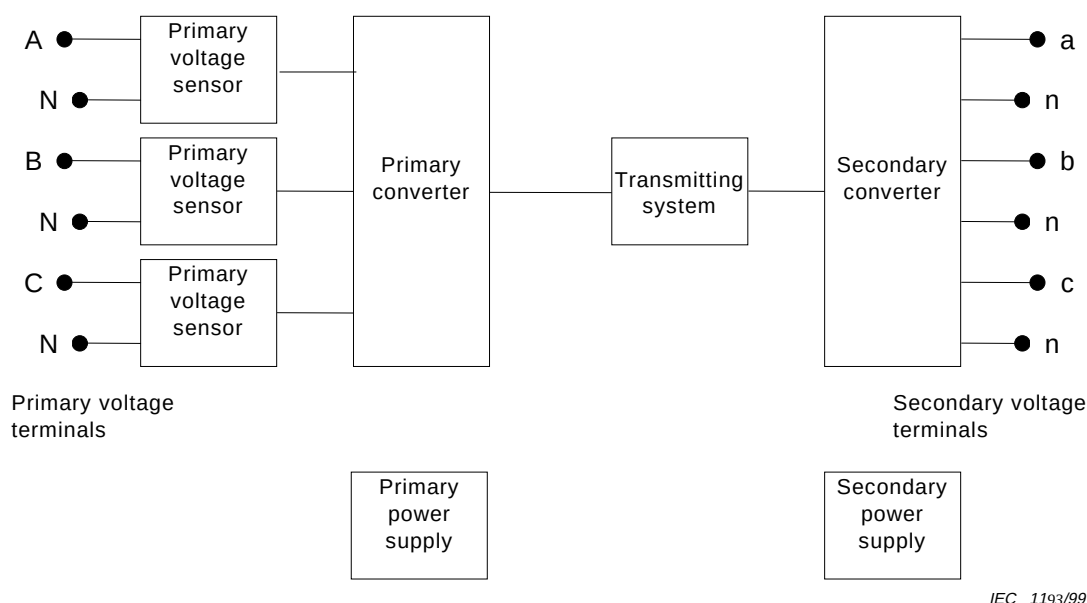


Figure 2 – General block diagram of earthed three-phase electronic voltage transformers

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 électronique

dispositif qui consiste en un ou plusieurs capteurs de courant ou de tension qui peuvent être raccordés à un système de transmission et un convertisseur secondaire, et qui sont destinés à transmettre une grandeur de mesure en une grandeur proportionnelle afin d'alimenter des appareils de mesure, des compteurs et des dispositifs de protection ou de commande

2.1.2

transformateur de tension électronique

transformateur de mesure électronique 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

2.1.3

transformateur de tension électronique pour la mesure

transformateur de tension électronique destiné à transmettre un signal d'information aux instruments de mesure et aux compteurs

2.1.4

transformateur de tension électronique non mis à la terre

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

2.1.5

transformateur de tension électronique mis à la terre

transformateur de tension électronique monophasé destiné à avoir l'une de ses bornes de tension du primaire reliée directement à la terre, ou transformateur de tension électronique triphasé qui doit avoir le point neutre primaire relié directement à la terre

2.1.6

circuit secondaire

circuit extérieur qui reçoit les signaux d'information fournis par le convertisseur secondaire d'un transformateur de tension électronique [VEI 321-01-08 modifiée]

2.1.7

tension primaire assignée (U_{pn})

valeur efficace de la composante à fréquence f_n de la tension primaire et d'après laquelle sont déterminées les conditions de fonctionnement d'un transformateur de tension électronique [VEI 321-01-12 modifiée]

NOTE Voir article B.2.

2.1.8

tension secondaire assignée (U_{sn})

valeur efficace de la composante à la fréquence f_n de la tension secondaire et d'après laquelle sont déterminées les conditions de fonctionnement d'un transformateur de tension électronique [VEI 321-01-16 modifiée]

NOTE Voir article B.2.

2 Definitions

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

2.1 General definitions

2.1.1

electronic instrument transformer

an arrangement consisting of one or more current or voltage sensors which may be connected to a transmitting system and a secondary converter, all intended to transmit a measuring quantity in a proportional quantity to supply measuring instruments, meters and protective or control devices

2.1.2

electronic voltage transformer

an electronic 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

2.1.3

electronic measuring voltage transformer

an electronic voltage transformer intended to transmit an information signal to measuring instruments and meters

2.1.4

unearthed electronic voltage transformer

an electronic voltage transformer in which all parts of the primary voltage sensor, including terminals, are insulated from earth to a level corresponding to its rated insulation level

2.1.5

earthed electronic voltage transformer

a single-phase electronic voltage transformer intended to have one primary voltage terminal directly earthed, or a three-phase electronic voltage transformer intended to have the primary star-point directly earthed

2.1.6

secondary circuit

the external circuit receiving the information signals supplied by the secondary converter of an electronic voltage transformer [IEV 321-01-08 modified]

2.1.7

rated primary voltage (U_{pn})

the r.m.s. value of the component at frequency f_n of the primary voltage on which the performance of an electronic voltage transformer is based [IEV 321-01-12 modified]

NOTE See clause B.2.

2.1.8

rated secondary voltage (U_{sn})

the r.m.s. value of the component at frequency f_n of the secondary voltage on which the performance of an electronic voltage transformer is based [IEV 321-01-16 modified]

NOTE See clause B.2.

2.1.9

tension résiduelle

somme vectorielle de toutes les tensions phase/terre dans un réseau triphasé [VEI 321-03-09 modifiée]

2.1.10

facteur de tension assigné (k_U)

facteur par lequel il faut multiplier la tension primaire assignée pour déterminer la tension maximale pour laquelle un transformateur doit répondre aux prescriptions d'échauffement correspondantes pendant un temps spécifié, ainsi qu'aux prescriptions de précision correspondantes [VEI 321-03-12]

2.1.11

rapport de transformation réel

rapport de la tension primaire réelle à la tension secondaire réelle [VEI 321-01-18 modifiée]

2.1.12

rapport de transformation assigné (K_n)

rapport de la tension primaire assignée à la tension secondaire assignée [VEI 321-01-20 modifiée]

2.1.13

charge

admittance du circuit secondaire [VEI 321-01-25 modifiée]

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.

2.1.14

charge de précision

valeur de la charge sur laquelle sont basées les conditions de précision [VEI 321-01-26 modifiée]

2.1.15

puissance de précision (S_n)

valeur de la puissance apparente (en voltampères à un facteur de puissance spécifié) que le transformateur de tension électronique peut fournir au circuit secondaire à la tension secondaire assignée lorsqu'il est raccordé à sa charge de précision [VEI 321-01-27 modifiée]

2.1.16

classe de précision

désignation appliquée à un transformateur de tension électronique dont l'erreur de tension et le déphasage restent dans les limites spécifiées pour des conditions d'emploi spécifiés [VEI 321-01-24 modifiée]

2.1.17

fréquence assignée (f_n)

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

2.1.18

tension d'alimentation auxiliaire assignée (U_{an})

valeur de la tension d'alimentation auxiliaire assignée sur laquelle sont basées les prescriptions de la présente norme

2.1.9**residual voltage**

the vector sum of all phase-to-earth voltages in a three-phase system [IEV 321-03-09 modified]

2.1.10**rated voltage factor (k_u)**

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 [IEV 321-03-12]

2.1.11**actual transformation ratio**

the ratio of the actual primary voltage to the actual secondary voltage [IEV 321-01-18 modified]

2.1.12**rated transformation ratio (K_n)**

the ratio of the rated primary voltage to the rated secondary voltage [IEV 321-01-20 modified]

2.1.13**burden**

the admittance of the secondary circuit [IEV 321-01-25 modified]

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

2.1.14**rated burden**

the value of the burden on which the accuracy requirements of a specification are based [IEV 321-01-26]

2.1.15**rated output (S_n)**

the value of the apparent power (in volt-amperes at a specified power factor) which the electronic voltage 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]

2.1.16**accuracy class**

a designation assigned to an electronic voltage transformer, the voltage error and phase displacement of which remain within specified limits under prescribed conditions of use [IEV 321-01-24 modified]

2.1.17**rated frequency (f_n)**

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

2.1.18**rated auxiliary power supply voltage (U_{an})**

the auxiliary power supply voltage value on which the requirements of this standard are based

2.1.19

tension la plus élevée pour le matériel (U_m)

valeur efficace la plus élevée de la tension entre phases pour laquelle le matériel est spécifié en ce qui concerne son isolement ainsi que certaines autres caractéristiques qui sont éventuellement rattachées à cette tension dans les normes proposées pour chaque matériel [VEI 604-03-01]

NOTE C'est la valeur maximale de la tension la plus élevée du réseau sur lequel le matériel peut être utilisé.

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

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 604-03-06]

2.1.22

réseau à neutre isolé

réseau dont le point neutre n'a aucune 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 modifié]

2.1.23

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]

2.1.24

réseau à neutre directement mis à la terre

réseau dont le ou les points neutres sont reliés directement à la terre [VEI 601-02-25]

2.1.25

réseau à neutre non directement mis à la terre

réseau dont le ou les point 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]

2.1.26

réseau à neutre mis 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 un 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 n'excédant 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

2.1.19**highest voltage for equipment (U_m)**

the highest r.m.s. value of phase-to-phase voltage for which the equipment is designed in respect of its insulation as well as other characteristics relating to this voltage in the relevant equipment standards [IEV 604-03-01]

NOTE It is the maximum value of the highest voltage of the system for which the equipment may be used.

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**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. value of 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]

2.1.22**isolated neutral system**

system where the neutral point is not intentionally connected to earth, with the exception of high impedance connections for protection or measurement purposes [IEV 601-02-24]

2.1.23**resonant earthed (neutral) system**

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]

2.1.24**solidly earthed (neutral) system**

system whose neutral point or points are directly earthed [IEV 601-02-25]

2.1.25**impedance earthed (neutral) system**

system whose neutral point or points are earthed through impedances to limit earth fault currents [IEV 601-02-26]

2.1.26**earthed neutral system**

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 characterised by an 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 characterised by an earth-fault factor at this point that may exceed 1,4

2.1.27

installation en situation exposée

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

NOTE Les installations de ce type sont généralement connectées à des lignes aériennes directement ou par l'intermédiaire de câbles de faible longueur, et non protégées par des parafoudres.

2.1.28

installation en situation non exposée

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

2.1.29

tension en régime permanent

la tension primaire et la tension secondaire en régime permanent de fonctionnement électrique, comme définies respectivement par les équations suivantes:

$$u_p(t) = U_p \cdot \sqrt{2} \cdot \sin(2\pi \cdot f \cdot t + \varphi_p) + U_{p\text{ dc}} + u_{p\text{ res}}(t);$$

$$u_s(t) = U_s \cdot \sqrt{2} \cdot \sin(2\pi \cdot f \cdot t + \varphi_s) + U_{s\text{ dc}} + u_{s\text{ res}}(t);$$

où

U_p est la valeur efficace de la tension primaire lorsque $U_{p\text{ dc}} = 0$ et $u_{p\text{ res}}(t) = 0$;

U_s est la valeur efficace du convertisseur secondaire lorsque $U_{s\text{ dc}} = 0$ et $u_{s\text{ res}}(t) = 0$;

f est la fréquence de la composante fondamentale du réseau;

$U_{p\text{ dc}}$ est la tension primaire continue;

$U_{s\text{ dc}}$ est la tension secondaire continue;

φ_p est l'angle de phase primaire;

φ_s est l'angle de phase secondaire;

$u_{p\text{ res}}(t)$ est la tension résiduelle primaire y compris les composantes harmoniques et sous-harmoniques;

$u_{s\text{ res}}(t)$ est la tension résiduelle secondaire y compris les composantes harmoniques et sous-harmoniques;

t est la valeur instantanée du temps.

f , U_p , U_s , $U_{p\text{ dc}}$, $U_{s\text{ dc}}$, φ_p , φ_s étant constants en régime de fonctionnement permanent.

NOTE 1 Le régime de fonctionnement permanent est un cas particulier de la situation générale décrite en 2.2.4 et dans l'annexe B.

NOTE 2 Les transformateurs de tension électroniques peuvent présenter des caractéristiques spécifiques telles que tension de décalage, temps de retard assigné, etc. C'est pourquoi, bien qu'absentes de la CEI 60044-2, les équations ci-dessus sont nécessaires à une présentation précise des prescriptions relatives aux transformateurs de tension électroniques. Les définitions relatives aux erreurs sont aussi améliorées par rapport avec celles de la CEI 60044-2, tout en leur restant compatibles.

2.1.30

tension continue secondaire de décalage ($U_{s\text{ dc}0}$)

composante de tension continue de la tension secondaire d'un transformateur de tension électronique lorsque $U_p(t) = 0$

2.1.31

erreur de tension en régime permanent (ε_u)

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
[IEV 321-01-22 modifiée]

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

2.1.27**exposed installation**

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, and not protected by surge arresters.

2.1.28**non-exposed installation**

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

2.1.29**voltage in steady state condition**

the primary voltage and the secondary voltage in an electrical steady state condition, as defined respectively by the following equations:

$$u_p(t) = U_p \cdot \sqrt{2} \cdot \sin(2\pi \cdot f \cdot t + \varphi_p) + U_{p\text{ dc}} + u_{p\text{ res}}(t);$$

$$u_s(t) = U_s \cdot \sqrt{2} \cdot \sin(2\pi \cdot f \cdot t + \varphi_s) + U_{s\text{ dc}} + u_{s\text{ res}}(t);$$

where

U_p is the r.m.s. value of primary voltage when $U_{p\text{ dc}} = 0$ and $u_{p\text{ res}}(t) = 0$;

U_s is the r.m.s. value of secondary converter when $U_{s\text{ dc}} = 0$ and $u_{s\text{ res}}(t) = 0$;

f is the fundamental frequency of the network;

$U_{p\text{ dc}}$ is the primary direct voltage;

$U_{s\text{ dc}}$ is the secondary direct voltage;

φ_p is the primary phase displacement;

φ_s is the secondary phase displacement;

$u_{p\text{ res}}(t)$ is the primary residual voltage including harmonic and subharmonic components;

$u_{s\text{ res}}(t)$ is the secondary residual voltage including harmonic and subharmonic components;

t is the instantaneous value of time.

$f, U_p, U_s, U_{p\text{ dc}}, U_{s\text{ dc}}, \varphi_p, \varphi_s$ being constant for steady-state condition.

NOTE 1 Steady-state condition is a particular case of the general situation described in 2.2.4 and in annex B.

NOTE 2 Electronic voltage transformers can exhibit specific characteristics as voltage offset, delay time, etc. Hence, while not present within IEC 60044-2, the above equations are required for an accurate presentation of the requirements related to electronic voltage transformers. The definitions of errors, while compatible with those of IEC 60044-2, are also improved.

2.1.30**secondary direct voltage offset ($U_{s\text{ dc}0}$)**

direct voltage component of the secondary voltage of an electronic voltage transformer when $U_p(t) = 0$

2.1.31**voltage error for steady-state conditions(ε_u)**

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:

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

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.

NOTE Cette définition est relative à la composante à la fréquence assignée des tensions primaire et secondaire et ne prend pas en considération les composantes continues des tensions. Cette définition est compatible avec la CEI 60044-2.

2.1.32

déphasage en régime permanent (φ_u)

$$\varphi_u = \varphi_s - \varphi_p$$

différence de phase entre les vecteurs de tension primaire et secondaire, le sens des vecteurs étant choisi de façon que cet angle soit nul pour un transformateur parfait. 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. φ_u peut être considéré comme étant constitué de deux composantes: le décalage de phase assigné (φ_{0n}) et le temps de retard assigné (t_{dn}) [VEI 321-01-23 modifiée]

2.1.33

décalage de phase assigné (φ_{0n})

valeur constante du déphasage d'un transformateur de tension électronique

2.1.34

temps de retard assigné (t_{dn})

le temps t_d nécessaire pour la transmission et le traitement des données numériques effectués dans certains transformateurs de tension électronique

2.1.35

erreur de déphasage (φ_e)

le déphasage réel sans le déphasage causé par le décalage de phase assigné et le temps de retard assigné. L'erreur de déphasage est exprimée en unité angulaire à la fréquence nominale

$$\begin{aligned}\varphi_e &= \varphi - \varphi_{0r} + 2 \pi \cdot f \cdot t_{dr} \\ &= \varphi_s - \varphi_p - \varphi_{0r} + 2 \pi \cdot f \cdot t_{dr}\end{aligned}$$

L'erreur de déphasage est exprimée habituellement en minutes ou en centiradians [IEV 321-01-23 modifiée]

2.1.36

courant limite au secondaire

valeur maximale du courant secondaire que le transformateur de tension électronique peut fournir de façon continue

2.1.37

tenue au court circuit

capacité d'un transformateur de tension électronique à supporter, sans dommage, un court-circuit entre les bornes secondaires

2.1.38

point de raccordement

point spécifié par le constructeur et fourni à l'utilisateur, servant à raccorder les câbles électriques lors de l'installation sur site et pour les besoins des essais. Lorsqu'un câble coaxial est utilisé, l'écran extérieur seul est considéré comme point de raccordement

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

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.

NOTE This definition is only related to components at rated frequency of both primary and secondary voltages, and does not take into account direct voltage components. This definition is compatible with IEC 60044-2.

2.1.32

phase displacement for steady-state conditions (φ_u)

$$\varphi_u = \varphi_s - \varphi_p$$

the difference in phase between the primary voltage and the secondary voltage phasors, the direction of the phasors being so chosen that the angle is zero for a perfect transformer. The phase displacement is said to be positive when the secondary voltage leads the primary voltage phasor. It is usually expressed in minutes or centiradians. φ_u can be considered to be made up of two components: the rated phase offset φ_{0n} and the rated delay time t_{dn} [IEV 321-01-23 modified]

2.1.33

rated phase offset (φ_{0n})

constant phase displacement value of the electronic voltage transformer

2.1.34

rated delay time (t_{dn})

time t_d needed for digital data transmission and processing, included by some electronic voltage transformers

2.1.35

phase error (φ_e)

the actual phase displacement without the displacement caused by the rated phase offset and the rated delay time. The phase error is expressed in angular units relative to the rated frequency

$$\begin{aligned}\varphi_e &= \varphi - \varphi_{0r} + 2 \pi \cdot f \cdot t_{dr} \\ &= \varphi_s - \varphi_p - \varphi_{0r} + 2 \pi \cdot f \cdot t_{dr}\end{aligned}$$

The phase error is usually expressed in minutes or centiradians [IEV 321-01-23 modified].

2.1.36

secondary limiting current

maximum secondary current at rated primary voltage which the transformer can supply continuously

2.1.37

short circuit withstand capability

capability of an electronic voltage transformer to withstand a short circuit between the secondary terminals without damage

2.1.38

connecting point

point specified by the manufacturer and provided to the user for connecting electrical cables at site installation or for testing purposes. Where a coaxial cable is used, only the external shield is considered to be a connecting point

2.1.39

bornes de tension primaires

bornes par lesquelles la tension primaire est fournie au transformateur de tension électronique

2.1.40

capteur de tension primaire

dispositif électrique, électronique, optique ou autre, destiné à transmettre aux équipements secondaires, soit directement, soit au moyen d'un convertisseur primaire, un signal qui correspond à la tension entre les bornes primaires

2.1.41

convertisseur primaire

disposition qui convertit le signal venant d'un ou de plusieurs capteurs de tension primaires en un signal adapté au système de transmission

2.1.42

alimentation du primaire

alimentation du convertisseur primaire et/ou du capteur de tension primaire (peut se combiner avec l'alimentation secondaire)

2.1.43

système de transmission

dispositif de couplage entre les parties primaire et secondaire destiné à transmettre le signal sur une longueur plus ou moins importante. Selon la technique employée, le système de transmission peut servir à transporter aussi de l'énergie

2.1.44

convertisseur secondaire

dispositif qui convertit le signal fourni par le réseau de transmission en une grandeur proportionnelle à la tension entre les bornes primaires, afin d'alimenter des appareils de mesure, des compteurs ou des dispositifs de protection et de commande

2.1.45

alimentation du secondaire

alimentation du convertisseur secondaire (peut se combiner avec l'alimentation primaire)

2.1.46

bornes de tension secondaires

bornes par lesquelles les circuits de tension des appareils de mesure, des compteurs ou des dispositifs de protection et de commande sont alimentés

2.1.47

composants basse tension

tous les composants à l'exception du capteur de tension primaire

2.1.48

courant d'alimentation assigné (I_{an})

valeur du courant nécessaire à l'alimentation auxiliaire dans les conditions assignées

2.1.49

courant d'alimentation maximal ($I_{a\ max}$)

valeur maximale du courant nécessaire à l'alimentation auxiliaire dans les conditions les plus sévères

2.1.39**primary voltage terminals**

terminals by means of which the primary voltage is supplied to the electronic voltage transformer

2.1.40**primary voltage sensor**

electric, electronic, optical or other device intended to transmit to the secondary equipment, either directly or by means of a primary converter, a signal corresponding to the voltage between the primary voltage terminals

2.1.41**primary converter**

arrangement that converts the signal, coming from one or more primary voltage sensors into a signal suitable for the transmitting systems

2.1.42**primary power supply**

power supply to the primary converter and/or primary voltage sensor (can be combined with the secondary power supply)

2.1.43**transmitting system**

short- or long-distance coupling arrangement between primary and secondary parts intended to transmit the signal. Depending on the technology used, the transmitting system can also be used for power transmission

2.1.44**secondary converter**

arrangement that converts the signal transmitted through the transmitting system into a quantity proportional to the voltage between the primary terminals, in order to supply measuring instruments, meters and protective or control devices

2.1.45**secondary power supply**

power supply to the secondary converter (can be combined with the primary power supply)

2.1.46**secondary voltage terminals**

terminals by means of which the voltage circuits of measuring instruments, meters and protective or control devices are supplied

2.1.47**low-voltage components**

all components other than the primary voltage sensor

2.1.48**rated supply current (I_{an})**

value of the current required by the auxiliary power supply in the rated conditions

2.1.49**maximum supply current ($I_{a\ max}$)**

maximum value of the current required by the auxiliary power supply in the worst conditions

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

2.2.1

transformateur de tension électronique de protection

transformateur de tension électronique destiné à transmettre un signal d'information aux dispositifs de protection et de commande

2.2.2

transformateur de tension électronique pour la tension résiduelle

transformateur de tension électronique triphasé ou ensemble de trois transformateurs de tension électroniques monophasés destiné à transmettre un signal d'information représentatif de la tension résiduelle existant dans les tensions triphasées appliquées aux bornes primaires

2.2.3

réponse en régime transitoire

réponse de la tension secondaire à un changement transitoire de la tension primaire

2.2.3.1

court-circuit primaire

décroissance de la tension secondaire d'un transformateur de tension électronique dans le cas d'un court-circuit entre une borne à haute tension et la terre

2.2.3.2

refermeture sur charges piégées

réponse transitoire d'un transformateur de tension électronique soumis à une charge continue retenue par une ligne aérienne, résultant de l'ouverture et la refermeture du disjoncteur adjacent

2.2.4

tension en régime transitoire

en régime transitoire, les tensions primaire et secondaire sont définies comme suit:

$$u_p(t) = U_p \sqrt{2} \cdot \sin(2\pi \cdot f \cdot t + \varphi_p) + U_{p\text{ dc}}(t) + u_{p\text{ res}}(t)$$

$$u_s(t) = U_s \sqrt{2} \cdot \sin(2\pi \cdot f \cdot t + \varphi_s) + U_{s\text{ dc}} + u_{s\text{ res}}(t)$$

NOTE Les régimes transitoires sont induits par un changement brutal d'un ou de plusieurs paramètres de l'équation de tension primaire donnée en 2.1.29 (voir article B.4).

2.2.5

erreur instantanée de tension en régime transitoire

$$\text{Erreur de tension } \varepsilon_u(t) \% = \frac{K_n \cdot u_s(t) - u_p(t - t_{dn})}{u_p \sqrt{2}} \times 100$$

où $u_p(t)$ et $u_s(t)$ sont décrits pour un domaine de temps limité, par les équations données en 2.2.4.

L'origine du temps choisie est l'instant où les paramètres décrits en 2.2.4 changent brutalement.

NOTE Voir article B.4.

2.3 Index des symboles

f	fréquence	2.1.29
f_n	fréquence assignée	2.1.17
I_{an}	courant d'alimentation assigné	2.1.48



2.2 Additional definitions for single-phase electronic protective voltage transformers

2.2.1

electronic protective voltage transformer

electronic voltage transformer intended to transmit an information signal to protective and control devices

2.2.2

electronic residual voltage transformer

three-phase electronic voltage transformer or group of three single-phase electronic voltage transformers intended to transmit an information signal representative of the residual voltage existing in the three-phase voltages applied to the primary terminals

2.2.3

transient response

response of the secondary voltage to a transient change of the primary voltage

2.2.3.1

short circuit on the primary

decay of the secondary voltage of an electronic voltage transformer in the event of a short-circuit between a high-voltage terminal and earth

2.2.3.2

reclosing on a line with trapped charges

transient response of an electronic voltage transformer subjected to a d.c. charge retained by an overhead line, due to the opening and subsequent reclosing of the adjacent circuit-breaker

2.2.4

voltage in transient conditions

in the transient condition, primary and secondary voltages are defined as follows:

$$u_p(t) = U_p \sqrt{2} \cdot \sin(2\pi \cdot f \cdot t + \varphi_p) + U_{p \text{ dc}}(t) + u_{p \text{ res}}(t)$$

$$u_s(t) = U_s \sqrt{2} \cdot \sin(2\pi \cdot f \cdot t + \varphi_s) + U_{s \text{ dc}} + u_{s \text{ res}}(t)$$

NOTE Transient conditions are induced by a sudden change of one or more parameters of the primary voltage equation given in 2.1.29 (see clause B.4).

2.2.5

instantaneous voltage error for transient conditions

$$\text{Voltage error } \varepsilon_u(t) \% = \frac{K_n \cdot u_s(t) - u_p(t - t_{dn})}{u_p \sqrt{2}} \times 100$$

where $u_p(t)$ and $u_s(t)$ are described for a limited range of time by the equations given in 2.2.4.

The chosen origin of the time is the instant of the sudden change of the parameters described in 2.2.4.

NOTE See clause B.4.

2.3 Index of symbols

f	frequency	2.1.29
f_n	rated frequency	2.1.17
I_{an}	rated supply current	2.1.48

$I_{a \max}$	courant d'alimentation maximal	2.1.49
k_u	facteur de tension assigné	2.1.10
K_n	rapport de transformation assigné d'un transformateur de tension électronique	2.1.12
S_n	puissance de précision	2.1.15
t	valeur instantanée du temps	2.1.29
t_{dn}	temps de retard assigné	2.1.34
U_{an}	tension d'alimentation auxiliaire assignée	2.1.18
U_m	tension la plus élevée pour le matériel	2.1.19
U_p	valeur efficace de la tension primaire en régime de fonctionnement permanent lorsque $U_{p \text{ dc}} = 0$ et $u_{p \text{ res}}(t) = 0$	2.1.29
$U_{p \text{ dc}}$	tension continue primaire	2.1.29
U_{pn}	tension primaire assignée	2.1.7
$u_p(t)$	tension primaire	2.1.29 et 2.2.4
$u_{p \text{ res}}(t)$	tension résiduelle primaire y compris les composantes harmoniques et sous-harmoniques	2.1.29
U_s	valeur efficace de la tension de sortie du convertisseur secondaire lorsque $U_{s \text{ dc}} = 0$ et $u_{s \text{ res}}(t) = 0$	2.1.29
$U_{s \text{ dc}}$	tension continue secondaire	2.1.29
$U_{s \text{ dc}0}$	tension continue secondaire de décalage	2.1.30
U_{sn}	tension secondaire assignée	2.1.8
$u_s(t)$	tension secondaire	2.1.29 et 2.2.4
$u_{s \text{ res}}(t)$	tension résiduelle secondaire y compris les composantes harmoniques et sous-harmoniques	2.1.29
φ_p	angle de phase primaire	2.1.29
φ_s	angle de phase secondaire	2.1.29
φ	angle de phase en régime de fonctionnement permanent	2.1.32
φ_{0n}	décalage de phase assigné	2.1.33
φ_e	erreur de déphasage	2.1.35
ε_u	erreur de tension en régime permanent	2.1.31
$\varepsilon_u(t)$	erreur de tension instantanée en régime transitoire	2.2.5

3 Prescriptions générales

3.1 Généralités

Tous les transformateurs de tension électroniques doivent convenir aux mesures, mais certains peuvent convenir également aux usages de protection. Les transformateurs de tension électroniques utilisés à la fois pour les mesures et pour la protection doivent être conformes à tous les articles de la présente norme.

$I_{a \max}$	maximum supply current	2.1.49
k_u	rated voltage factor	2.1.10
K_n	rated transformation ratio of an electronic voltage transformer	2.1.12
S_n	rated output	2.1.15
t	instantaneous value of time	2.1.29
t_{dn}	rated delay time	2.1.34
U_{an}	rated auxiliary power supply voltage	2.1.18
U_m	highest voltage for equipment	2.1.19
U_p	r.m.s. value of primary voltage in steady-state condition, when $U_{p \text{ dc}} = 0$ and $u_{p \text{ res}}(t) = 0$	2.1.29
$U_{p \text{ dc}}$	primary direct voltage	2.1.29
U_{pn}	rated primary voltage	2.1.7
$u_p(t)$	primary voltage	2.1.29 and 2.2.4
$u_{p \text{ res}}(t)$	primary residual voltage including harmonic and subharmonic components	2.1.29
U_s	r.m.s. value of secondary converter output voltage when $U_{s \text{ dc}} = 0$ and $u_{s \text{ res}}(t) = 0$	2.1.29
$U_{s \text{ dc}}$	secondary direct voltage	2.1.29
$U_{s \text{ dc}0}$	secondary direct voltage offset	2.1.30
U_{sn}	rated secondary voltage	2.1.8
$u_s(t)$	secondary voltage	2.1.29 and 2.2.4
$u_{s \text{ res}}(t)$	secondary residual voltage including harmonic and subharmonic components	2.1.29
φ_p	primary phase displacement	2.1.29
φ_s	secondary phase displacement	2.1.29
φ	phase displacement for steady-state conditions	2.1.32
φ_{0n}	rated phase displacement offset	2.1.33
φ_e	phase error	2.1.35
ε_u	voltage error for steady-state conditions	2.1.31
$\varepsilon_u(t)$	instantaneous voltage error for transient conditions	2.2.5

3 General requirements

3.1 General

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

3.2 Informations à fournir lors de la spécification d'un transformateur de tension électronique

Au moment de la spécification d'un transformateur de tension électronique, lors d'une demande d'information ou d'une commande, les détails qui se trouvent dans le tableau 1 sont nécessaires pour déterminer ses performances.

Tableau 1 – Informations nécessaires à la spécification d'un transformateur de tension électronique

Spécifications	Abréviation	Définition	Article ou paragraphe
Charge d'essai de tenue statique	F_R		6.11
Tension la plus élevée pour le matériel	U_m	2.1.19	6.1
Niveau d'isolement assigné		2.1.20	6.1
Conditions de service			4
Fréquence assignée	f_n	2.1.17	5.5.1
Tension primaire assignée	U_{pn}	2.1.7	5.1.1
Tension secondaire assignée	U_{sn}	2.1.8	5.1.2
Facteur de tension assigné	k_u	2.1.10	5.3
Durée admissible associée			5.3
Courant limite au secondaire		2.1.36	
Puissance de précision	S_n	2.1.15	5.2
Classe de précision		2.1.16	12
Tension d'alimentation auxiliaire assignée	U_{an}	2.1.18	5.5.2
Décalage de phase assigné, temps de retard assigné	φ_{0n}, t_{dn}	2.1.33, 2.1.34	12

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 ambiante de l'air

Les transformateurs de tension électroniques sont classés en trois catégories comme indiqué au tableau 2.

Tableau 2 – 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.		

3.2 Information to be given for enquiries, tenders and orders

When specifying an electronic voltage transformer for an enquiry or an order, the listed items in table 1 are necessary to determine its performances.

Table 1 – Designation of an electronic voltage transformer

Rating	Abbreviation	Definition	Clause or subclause
Rated mechanical strength	F_R		6.11
Highest voltage for equipment	U_m	2.1.19	6.1
Rated insulation level		2.1.20	6.1
Service conditions			4
Rated frequency	f_n	2.1.17	5.5.1
Rated primary voltage	U_{pn}	2.1.7	5.1.1
Rated secondary voltage	U_{sn}	2.1.8	5.1.2
Rated voltage factor	k_u	2.1.10	5.3
Corresponding permissible duration			5.3
Secondary limiting current		2.1.36	
Rated output	S_n	2.1.15	5.2
Accuracy class		2.1.16	12
Rated auxiliary power supply voltage	U_{an}	2.1.18	5.5.2
Rated phase offset and rated delay time	φ_{0n}, t_{dn}	2.1.33, 2.1.34	12

4 Normal and special service conditions

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

4.1 Normal service conditions

4.1.1 Ambient air temperature

Voltage transformers are classified in three categories as given in table 2.

Table 2 – Temperature categories

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

4.1.2 Altitude

L'altitude ne dépasse pas 1 000 m.

4.1.3 Vibrations ou tremblements de terre

Les vibrations dues à des causes externes au transformateur de tension électronique ou aux tremblements de terre sont négligeables. Cependant, il doit être tenu compte du fait que certains modes de réalisation peuvent être sensibles aux vibrations. Des essais appropriés de tenue aux vibrations peuvent alors être spécifiés par un accord entre constructeur et acheteur.

4.1.4 Autres conditions de service pour des transformateurs de tension électroniques de 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 électroniques de type extérieur

Les autres conditions de service considérées sont les suivantes:

- a) la valeur moyenne de la température de l'air ambiant, mesurée sur une période de 24 h, ne dépasse pas 35 °C;
- b) il convient de tenir compte du rayonnement solaire jusqu'à un niveau de 1 000 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 du 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.

4.1.2 Altitude

The altitude does not exceed 1 000 m.

4.1.3 Vibrations or earth tremors

Vibrations due to causes external to the electronic voltage transformer or earth tremors are negligible. However, it should be realised that some designs of electronic voltage transformers may be sensitive to vibrations. Appropriate vibration tests may be specified by agreement between manufacturer and purchaser.

4.1.4 Other service conditions for indoor electronic voltage transformers

Other considered service conditions are as follows:

- 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 In order to withstand the effects of high humidity and condensation, such as the breakdown of insulation or the corrosion of metallic parts, electronic 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 electronic voltage transformers

Other considered service conditions are as follows:

- a) the 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 1 000 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 a 34 m/s wind speed);
- e) the presence of condensation or precipitation should be taken into account.

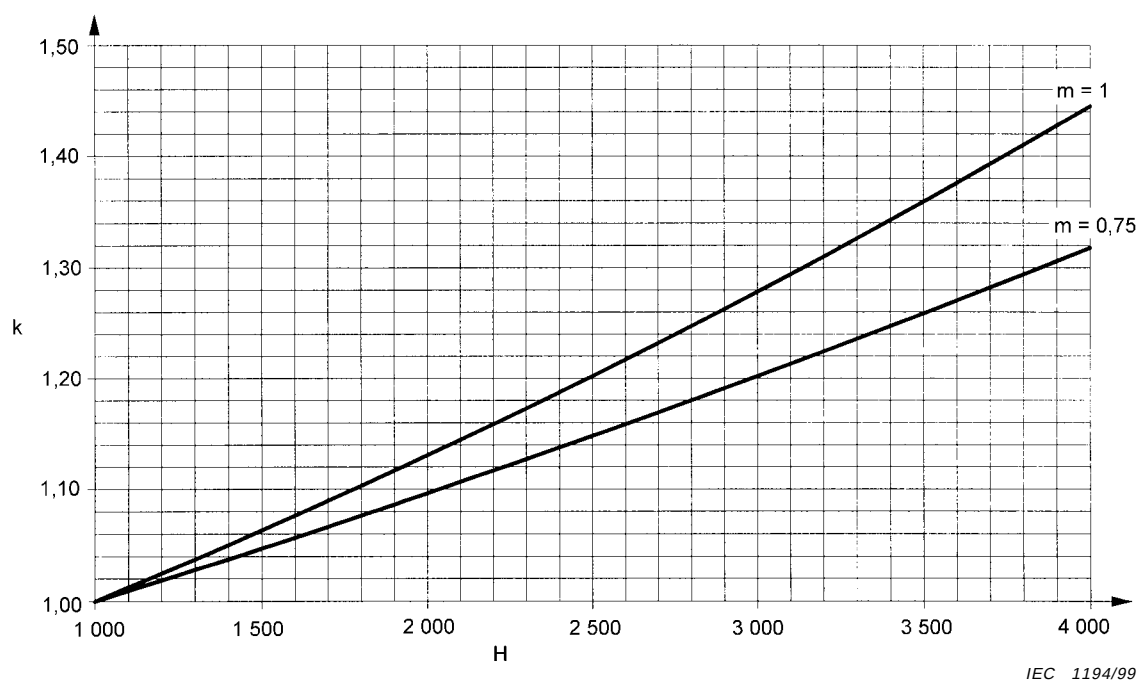
4.2 Conditions de service spéciales

Lorsque des transformateurs de tension électroniques 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 dans les paragraphes suivants.

4.2.1 Altitude

Pour des installations à une altitude supérieure à 1 000 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 3.

NOTE Comme 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.



Ces facteurs peuvent être calculés à partir de l'équation qui suit:

$$k = e^{m(H - 1\,000)/8\,150}$$

où

H est l'altitude en mètres;

$m = 1$ pour la fréquence industrielle et la tension de choc de foudre;

$m = 0,75$ pour la tension de choc de manoeuvre.

Figure 3 – Facteurs correctifs pour l'altitude

4.2.2 Température ambiante

Pour les installations situées là où la température ambiante peut s'écarter de manière significative des 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.

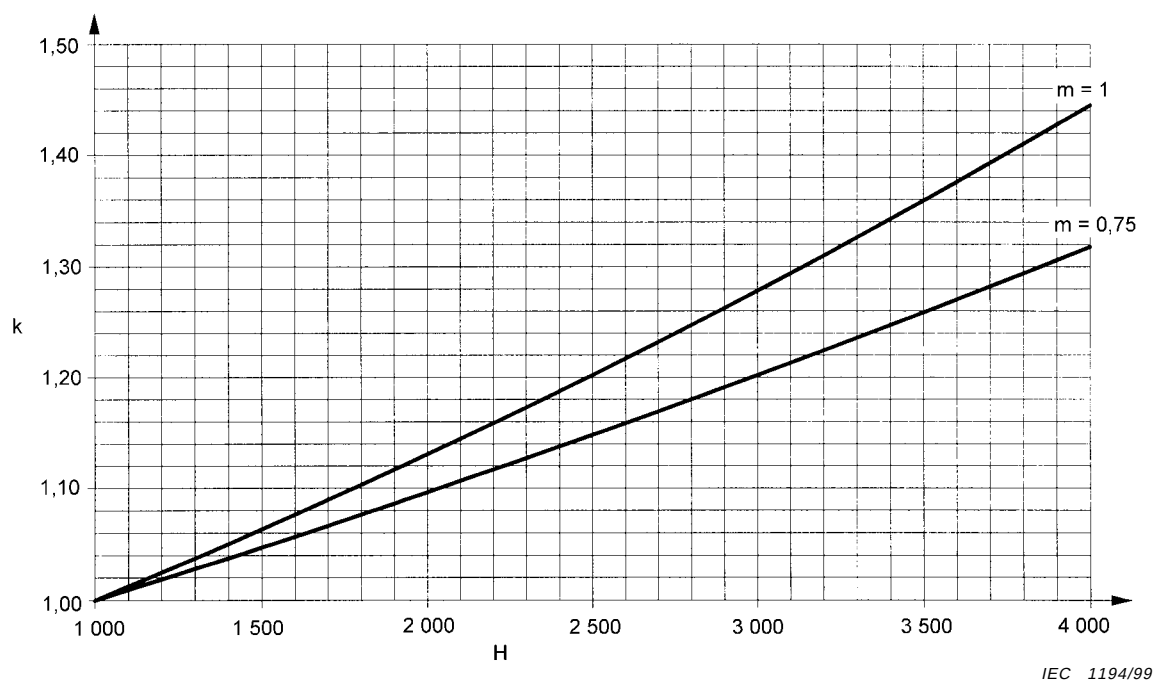
4.2 Special service conditions

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

4.2.1 Altitude

For installations at an altitude higher than 1 000 m, the arcing distance under the standardised reference atmospheric conditions shall be determined by multiplying the withstand voltages required at the service location by a factor k in accordance with figure 3.

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



These factors can be calculated using the following equation:

$$k = e^{m(H - 1\,000)/8\,150}$$

where

H is the altitude in meters;

$m = 1$ for power-frequency and lightning impulse voltage;

$m = 0,75$ for the switching impulse voltage.

Figure 3 – Altitude correction factor

4.2.2 Ambient temperature

For installations located 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 °C and 40 °C for very cold climates;
- b) -5 °C and 50 °C for very hot climates.

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 à l'intérieur des bâtiments.

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 prescriptions et des essais sont à l'étude.

4.3 Système de mise à la terre

4.3.1 Généralités

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

- a) réseau à neutre isolé (voir 2.1.22);
- b) réseau compensé par bobine d'extinction (voir 2.1.23);
- c) réseau à neutre mis à la terre (voir 2.1.26):
 - 1) réseau à neutre mis directement à la terre;
 - 2) réseau à neutre mis à la terre par impédance.

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 désignés 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 et la terre sont $1/\sqrt{3}$ fois les valeurs des tensions assignées de réseaux.

NOTE Le fonctionnement d'un transformateur électronique 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.

5.1.2 Tension secondaire assignée

Les valeurs normales de la tension secondaire assignée indiquées dans la CEI 60044-2 sont également applicables aux transformateurs de tension électroniques.

De plus, les valeurs indiquées en volts, ci-dessous, sont considérées comme des valeurs normales pour des transformateurs monophasés utilisés sur un réseau monophasé ou montés entre phases sur des réseaux triphasés et pour des transformateurs triphasés:

1,625 – 2 – 3,25 – 4 – 6,5

Pour les transformateurs monophasés destinés à être montés entre phase et terre dans les réseaux triphasés, pour lesquels la tension primaire est un nombre divisé par $\sqrt{3}$, les valeurs en volts, ci-dessous, sont considérées comme normales.

In certain regions with a 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 Earthing system

4.3.1 General

The considered earthing systems are as follows:

- a) isolated neutral system (see 2.1.22);
- b) resonant earthed system (see 2.1.23);
- c) earthed neutral system (see 2.1.26):
 - 1) solidly earthed neutral system;
 - 2) impedance earthed neutral system.

5 Ratings

5.1 Standard values of rated voltages

5.1.1 Rated primary voltage

The standard rated primary voltage values of three-phase and single-phase transformers for use in a single-phase system, or between lines in a three-phase system, shall be one of the nominal system voltage values designated as usual by IEC 60038. The standard rated primary voltage values 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 nominal system voltage values.

NOTE The performance of an electronic 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 Rated secondary voltage

The standard values of rated secondary voltage given in IEC 60044-2 are applicable to electronic voltage transformers also.

In addition the following values, in volts, 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:

$$1,625 - 2 - 3,25 - 4 - 6,5$$

For single-phase transformers intended to be used line-to-ground in three-phase systems where the rated primary voltage is a number divided by $\sqrt{3}$, the following values, in volts, are considered standard values.

$$1,625/\sqrt{3} - 2/\sqrt{3} - 3,25/\sqrt{3} - 4/\sqrt{3} - 6,5/\sqrt{3}$$

Pour les bornes secondaires destinées à être connectées en triangle ouvert en vue de délivrer une image de la tension résiduelle, les tensions secondaires normales, en volts, sont données ci-dessous

Pour les réseaux triphasés

$$1,625/3 - 2/3 - 3,25/3 - 4/3 - 6,5/3$$

Pour les réseaux biphasés

$$1,625/2 - 2/2 - 3,25/2 - 4/2 - 6,5/2$$

NOTE Des explications quant aux valeurs de basse tension sont données dans l'article B.2.

5.2 Valeurs normales de la puissance de précision

Les valeurs normales de puissance de précision, sont données ci-dessous en voltampères, selon l'annexe A.

$$0,001 - 0,01 - 0,1 - 0,5 - 1 - 2,5 - 5 - 10 - 15 - 25 - 30$$

Les valeurs recommandées de puissance de précision sont données ci-dessous en voltampères:

Pour un transformateur de tension électronique dont la tension secondaire est ≤ 10 V

$$0,001 - 0,01 - 0,1 - 0,5$$

Pour un transformateur de tension électronique dont la tension secondaire est > 10 V

$$1 - 2,5 - 5 - 10 - 15 - 25 - 30$$

Dans certains cas spéciaux, d'autres valeurs peuvent être utilisées. La puissance de précision d'un transformateur électronique de tension triphasé est égale à celle requise pour une phase.

NOTE 1 L'attention est attirée sur le fait que

- l'augmentation de la puissance de précision induit:
 - une décroissance de la fiabilité;
 - une consommation d'énergie augmentée;
 - une augmentation du prix;
- la réduction de la puissance de précision augmente la sensibilité aux perturbations électromagnétiques.

NOTE 2 Pour un transformateur de tension électronique donné, pourvu que l'une des valeurs de puissance de précision assignée soit normale et associée à une classe normale, la déclaration des autres puissances de précision assignées, qui peuvent ne pas être normales mais correspondant à des classes de précision de puissance normales, peuvent être omises.

5.3 Valeurs normales du facteur de tension assigné

5.3.1 Transformateurs de tension électroniques mis à la terre

Le facteur de tension assigné pour un transformateur de tension électronique mis à la terre dépend du facteur de défaut à la terre du réseau triphasé.

$$1,625/\sqrt{3} - 2/\sqrt{3} - 3,25/\sqrt{3} - 4/\sqrt{3} - 6,5/\sqrt{3}$$

Rated secondary voltages for terminals intended to be connected in broken-delta with similar terminals to produce a residual voltage are as given below, in volts.

For three-phase networks

$$1,625/3 - 2/3 - 3,25/3 - 4/3 - 6,5/3$$

For two-phase networks

$$1,625/2 - 2/2 - 3,25/2 - 4/2 - 6,5/2$$

NOTE Explanations regarding low-voltage values are given in clause B.2.

5.2 Standard values of rated output

The standard values of rated output, with reference to annex A, are given in voltamperes below.

$$0,001 - 0,01 - 0,1 - 0,5 - 1 - 2,5 - 5 - 10 - 15 - 25 - 30$$

The recommended rated output values are given in voltamperes below.

For an electronic voltage transformer with a secondary voltage ≤ 10 V

$$0,001 - 0,01 - 0,1 - 0,5$$

For an electronic voltage transformer with a secondary voltage > 10 V

$$1 - 2,5 - 5 - 10 - 15 - 25 - 30$$

In special cases other values may be used. The rated output of a three-phase transformer shall be the rated output per phase.

NOTE 1 Attention is drawn to the fact that

- increasing the rated output induces:
 - decreased reliability;
 - increased power consumption;
 - price increase;
- decreasing the rated output increases sensitivity to electromagnetic disturbances.

NOTE 2 For a given electronic voltage transformer, provided one of the values of rated output is standard and associated with a standard accuracy class, the declaration of the other rated outputs, which may be non-standard values, but associated with other standard output accuracy classes, is not precluded.

5.3 Standard values of rated voltage factor

5.3.1 Earthed electronic voltage transformers

The rated voltage factor for an earthed electronic voltage transformer depends on the earth-fault factor of the three-phase system.

Les facteurs de tension normaux qui correspondent aux différentes conditions de mise à la terre sont indiqués dans le tableau 3 ci-dessous avec, également, la durée admissible.

Tableau 3 – Valeurs normales du facteur de tension assigné (k_U)

Facteur de tension assigné	Durée assignée	Mode de connexion des bornes primaires et conditions de mise à la terre du réseau
1,2	Continue	Entre phases d'un réseau quelconque Entre point neutre de transformateur en étoile et terre dans un réseau quelconque
1,2 1,5	Continue 30 s	Entre phase et terre dans un réseau à neutre effectivement à la terre (2.1.26 a)
1,2 1,9	Continue 30 s	Entre phase et terre dans un réseau à neutre non effectivement à la terre (2.1.26 b) avec élimination automatique du défaut à la terre
1,2 1,9	Continue 8 h	Entre phase et terre dans un réseau à neutre isolé (2.1.22) 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
NOTE Des durées assignées réduites sont admissibles par accord entre le constructeur et l'utilisateur.		

5.3.2 Transformateurs de tension électroniques non mis à la terre

Le facteur de tension assigné pour des transformateurs de tension électroniques non mis à la terre est 1,2 en fonctionnement continu.

5.4 Valeurs normales de la tension d'alimentation auxiliaire

Les valeurs standard indiquées en 3.2 de la CEI 60255-6 sont applicables.

NOTE Il n'est pas d'usage de faire référence à une autre norme de produit. Une référence à des clauses communes aux équipements électroniques de poste sera faite dès que la norme correspondante sera disponible.

5.5 Domaine de référence normal des autres paramètres d'influence

5.5.1 Domaine de référence normal de la fréquence

Le domaine de référence des fréquences s'étend de 99 % à 101 % de la fréquence assignée pour la mesure, et de 96 % à 102 % de la fréquence assignée pour la protection.

NOTE Ceci est applicable à tous les types de transformateurs de tension électroniques. Des gammes de fréquence étendues sont à l'étude en vue de répondre aux besoins de nouvelles applications telles que la qualimétrie, pour laquelle la mesure des sous-harmoniques et des harmoniques est nécessaire.

5.5.2 Domaine de référence normal de la tension d'alimentation auxiliaire

Le domaine de référence de l'alimentation auxiliaire s'étend de 80 % à 110 % de la tension d'alimentation auxiliaire assignée.

5.5.3 Domaine de référence normal de la charge

Le domaine de référence de la charge s'étend de 25 % jusqu'à 100 % de la charge de précision à un facteur de puissance de 0,8 inductif pour des puissances de précision assignées supérieures ou égales à 5 VA. Pour une puissance de précision inférieure à 5 VA, les transformateurs électroniques de tension doivent présenter une erreur qui reste dans la classe de précision assignée, et ce quel que soit le déphasage introduit par la charge de précision.

NOTE Les valeurs de facteur de puissance ci-dessus ne prennent pas en compte les effets de la capacité des câbles de connexion. Pour des valeurs de puissance de précision basses, cet effet peut être négligé également car la longueur des câbles de connexion est en général très courte.