

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC
60044-1**

Edition 1.2

2003-02

Edition 1:1996 consolidée par les amendements 1:2000 et 2:2002
Edition 1:1996 consolidated with amendments 1:2000 and 2:2002

Transformateurs de mesure –

**Partie 1:
Transformateurs de courant**

Instrument transformers –

**Part 1:
Current transformers**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 60044-1:1996+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 (www.iec.ch/catlg-f.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 (www.iec.ch/JP.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 (www.iec.ch/catlg-e.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 (www.iec.ch/JP.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**

60044-1

Edition 1.2

2003-02

Edition 1:1996 consolidée par les amendements 1:2000 et 2:2002
Edition 1:1996 consolidated with amendments 1:2000 and 2:2002

Transformateurs de mesure –

**Partie 1:
Transformateurs de courant**

Instrument transformers –

**Part 1:
Current 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 Varembe, 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

CK

*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 concernant les transformateurs de courant pour mesures ..	20
2.3 Définitions complémentaires concernant les transformateurs de courant pour protection....	22
3 Conditions de service normales et spéciales.....	26
3.1 Conditions de service normales	26
3.2 Conditions de service spéciales	28
3.3 Installation de mise à la terre	28
4 Valeurs normales	30
4.1 Valeurs normales des courants primaires assignés.....	30
4.2 Valeurs normales des courants secondaires assignés	30
4.3 Valeurs normales du courant d'échauffement assigné	30
4.4 Valeurs normales des puissances de précision.....	30
4.5 Courants de court-circuit assignés	30
4.6 Limites d'échauffement	32
5 Prescriptions relatives à la conception.....	34
5.1 Prescriptions relatives à l'isolement	34
5.2 Prescriptions mécaniques	44
6 Classification des essais	46
6.1 Essais de type	46
6.2 Essais individuels	46
6.3 Essais spéciaux	48
7 Essais de type	48
7.1 Essais de tenue aux courants de court-circuit	48
7.2 Essai d'échauffement.....	50
7.3 Essais au choc sur l'enroulement primaire	50
7.4 Essai sous pluie pour les transformateurs du type extérieur	52
7.5 Mesure des perturbations radioélectriques.....	54
8 Essais individuels.....	56
8.1 Vérification du marquage des bornes.....	56
8.2 Essais de tenue à fréquence industrielle sur les enroulements primaires et mesure des décharges partielles	56
8.3 Essais de tenue à fréquence industrielle entre sections des enroulements primaires et secondaires et sur les enroulements secondaires	58
8.4 Essai de surtension entre spires	58

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 measuring current transformers.....	21
2.3 Additional definitions for protective current transformers.....	23
3 Normal and special service conditions	27
3.1 Normal service conditions	27
3.2 Special service conditions.....	29
3.3 System earthing.....	29
4 Ratings	31
4.1 Standard values of rated primary currents	31
4.2 Standard values of rated secondary currents.....	31
4.3 Rated continuous thermal current.....	31
4.4 Standard values of rated output	31
4.5 Short-time current ratings	31
4.6 Limits of temperature rise	33
5 Design requirements	35
5.1 Insulation requirements.....	35
5.2 Mechanical requirements	45
6 Classification of tests	47
6.1 Type tests.....	47
6.2 Routine tests	47
6.3 Special tests.....	49
7 Type tests.....	49
7.1 Short-time current tests	49
7.2 Temperature-rise test	51
7.3 Impulse tests on primary winding	51
7.4 Wet test for outdoor type transformers	53
7.5 Radio interference voltage measurement	55
8 Routine tests.....	57
8.1 Verification of terminal markings	57
8.2 Power-frequency withstand tests on primary windings and partial discharge measurement.....	57
8.3 Power-frequency withstand tests between sections of primary and secondary windings and on secondary windings.....	59
8.4 Inter-turn overvoltage test	59

9	Essais spéciaux	60
9.1	Essai au choc coupé sur l'enroulement primaire	60
9.2	Mesure de la capacité et du facteur de dissipation diélectrique	60
9.3	Essais mécaniques	62
9.4	Mesure des surtensions transmises	64
10	Marquage	64
10.1	Marquage des bornes – Règles générales	64
10.2	Marquage des plaques signalétiques	66
11	Prescriptions complémentaires concernant les transformateurs de courant pour mesures	68
11.1	Désignation de la classe de précision d'un transformateur de courant pour mesures ..	68
11.2	Limites de l'erreur de courant et du déphasage des transformateurs de courant pour mesures	68
11.3	Transformateurs à gamme étendue	72
11.4	Essais de type concernant la précision des transformateurs de courant pour mesures	72
11.5	Essais individuels concernant la précision des transformateurs de courant pour mesures	74
11.6	Facteur de sécurité assigné	74
11.7	Marquage de la plaque signalétique d'un transformateur pour mesures	74
12	Prescriptions complémentaires concernant les transformateurs de courant pour protection	74
12.1	Valeurs normales des facteurs limites de précision	74
12.2	Classes de précision d'un transformateur de courant pour protection	76
12.3	Limites des erreurs des transformateurs de courant pour protection	76
12.4	Erreur de courant et du déphasage – Essais de type et essais individuels des transformateurs de courant pour protection	76
12.5	Erreur composée – Essais de type	76
12.6	Erreur composée – Essais individuels	78
12.7	Marquage de la plaque signalétique d'un transformateur pour protection	78
13	Prescriptions complémentaires concernant les transformateurs de courant de classe PR	78
13.1	Valeurs normales des facteurs limites de précision	78
13.2	Classes de précision d'un transformateur de courant de classe PR	80
13.3	Limites des erreurs des transformateurs de courant de classe PR	80
13.4	Essais de type et individuels pour les erreurs de courant et les déphasages des transformateurs de courant de classe PR pour protection	80
13.5	Marquage de la plaque signalétique d'un transformateur de courant de classe PR	82
14	Prescriptions complémentaires concernant les transformateurs de courant de classe PX	82
14.1	Spécification des performances concernant les transformateurs de courant de classe PX	82
14.2	Prescriptions d'isolement pour les transformateurs de courant de classe PX	84
14.3	Essais de type pour les transformateurs de courant pour protection de classe PX	84
14.4	Essais individuels pour les transformateurs de courant pour protection de classe PX	84
14.5	Marquage de la plaque signalétique d'un transformateur de courant de classe PX	86

9	Special tests	61
9.1	Chopped impulse test on primary winding	61
9.2	Measurement of capacitance and dielectric dissipation factor	61
9.3	Mechanical tests	63
9.4	Transmitted overvoltages measurement	65
10	Markings	65
10.1	Terminal markings – General rules	65
10.2	Rating plate markings	67
11	Additional requirements for measuring current transformers	69
11.1	Accuracy class designation for measuring current transformers	69
11.2	Limits of current error and phase displacement for measuring current transformers	69
11.3	Extended current ratings	73
11.4	Type tests for accuracy of measuring current transformers	73
11.5	Routine tests for accuracy of measuring current transformers	75
11.6	Instrument security factor	75
11.7	Marking of the rating plate of a measuring current transformer	75
12	Additional requirements for protective current transformers	75
12.1	Standard accuracy limit factors	75
12.2	Accuracy classes for protective current transformer	77
12.3	Limits of errors for protective current transformers	77
12.4	Type and routine tests for current error and phase displacement of protective current transformers	77
12.5	Type tests for composite error	77
12.6	Routine tests for composite error	79
12.7	Marking of the rating plate of a protective current transformer	79
13	Additional requirements for class PR protective current transformers	79
13.1	Standard accuracy limit factors	79
13.2	Accuracy classes for class PR protective current transformers	81
13.3	Limits of error for class PR protective current transformers	81
13.4	Type and routine tests for current error and phase displacement of class PR protective current transformers	81
13.5	Marking of rating plate of class PR current transformers	83
14	Additional requirements for class PX protective current transformers	83
14.1	Specification of performance for class PX protective current transformers	83
14.2	Insulation requirements for class PX protective current transformers	85
14.3	Type tests for class PX protective current transformers	85
14.4	Routine tests for class PX protective current transformers	85
14.5	Marking of rating plate of class PX current transformers	87

Annexe A (normative) Transformateurs de courant pour protection	102
Annexe B (informative) Essai de chocs coupés multiples	110
Figure 1 – Facteurs correctifs pour l'altitude	88
Figure 2 – Circuit d'essai pour la mesure des décharges partielles.....	90
Figure 3 – Variante de circuit d'essai pour la mesure des décharges partielles.....	90
Figure 4 – Exemple de circuit d'essai équilibré pour la mesure des décharges partielles	92
Figure 5 – Exemple de circuit d'étalonnage pour la mesure des décharges partielles.....	92
Figure 6 – Circuit de mesure.....	94
Figure 7 – Mesure des surtensions transmises: Circuit d'essai et installation pour essai GIS	96
Figure 8 – Mesure des surtensions transmises: Installation générale pour essais	98
Figure 9 – Mesure des surtensions transmises: Formes de l'onde d'essai	100
Figures A.1 à A.6	108
Tableau 1 – Catégories de température	26
Tableau 2 – Limites d'échauffement des enroulements	32
Tableau 3 – Niveaux d'isolement assignés pour les enroulements primaires de trans- formateur avec une tension la plus élevée pour le matériel U_m inférieure à 300 kV.....	36
Tableau 4 – Niveaux d'isolement assignés pour les enroulements primaires de trans- formateur avec une tension la plus élevée pour le matériel U_m égale ou supérieure à 300 kV	36
Tableau 5 – 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	38
Tableau 6 – Tensions d'essai de décharges partielles et niveaux admissibles	38
Tableau 7 – Longueurs de la ligne de fuite.....	42
Tableau 8 – Charges d'essai de tenue statique	44
Tableau 9 – Charges d'essai à appliquer aux bornes primaires	62
Tableau 10 – Marques des bornes.....	66
Tableau 11 – Limites de l'erreur de courant et du déphasage des transformateurs de courant pour mesures (classes de 0.1 à 1).....	70
Tableau 12 – Limites de l'erreur de courant et du déphasage des transformateurs de courant pour mesures pour applications particulières	72
Tableau 13 – Limites de l'erreur de courant des transformateurs de courant pour mesures (classes 3 et 5)	72
Tableau 14 – Limites des erreurs des transformateurs de courant pour protection.....	76
Tableau 15 – Limites des erreurs des transformateurs de courant de classe PR.....	80
Tableau 16 – Limites des surtensions transmises	44

Annex A (normative) Protective current transformers	103
Annex B (informative) Multiple chopped impulse test.....	111
Figure 1 – Altitude correction factors	89
Figure 2 – Test circuit for partial discharge measurement	91
Figure 3 – Alternative test circuit for partial discharge measurement	91
Figure 4 – Example of balanced test circuit for partial discharge measurement	93
Figure 5 – Example of calibration circuit for partial discharge measurement	93
Figure 6 – Measuring circuit.....	95
Figure 7 – Transmitted Overvoltages measurement: Test Circuit and GIS Test set-up	97
Figure 8 – Transmitted Overvoltages measurement: General Test set-up	99
Figure 9 – Transmitted Overvoltages measurement: Test Waveforms	101
Figures A.1 to A.6.....	109
Table 1 – Temperature categories	27
Table 2 – Limits of temperature rise of the windings.....	33
Table 3 – Rated insulation levels for transformer primary windings having highest voltage for equipment $U_m < 300$ kV	37
Table 4 – Rated insulation levels for transformer primary windings having highest voltage for equipment $U_m \geq 300$ kV	37
Table 5 – Power frequency withstand voltages for transformer primary windings having highest voltage for equipment $U_m \geq 300$ kV	39
Table 6 – Partial discharge test voltages and permissible levels.....	39
Table 7 – Creepage distances	43
Table 8 – Static withstand test loads	45
Table 9 – Modalities of application of test loads to be applied to the primary terminals	63
Table 10 – Markings of terminals	67
Table 11 – Limits of current error and phase displacement for measuring current transformers (classes from 0.1 to 1)	71
Table 12 – Limits of current error and phase displacement for measuring current transformers for special application	73
Table 13 – Limits of current error for measuring current transformers (classes 3 and 5)	73
Table 14 – Limits of error for protective current transformers	77
Table 15 – Limits of error for class PR protective current transformers.....	81
Table 16 – Transmitted overvoltage limits	45

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

TRANSFORMATEURS DE MESURE –

Partie 1: Transformateurs de courant

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, 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 60044-1 a été établie par le comité d'études 38 de la CEI: Transformateurs de mesure.

La présente version consolidée de la CEI 60044-1 comprend la première édition (1996) [documents 38/161/FDIS et 38/174/RVD, son amendement 1 (2000) [documents 38/245/FDIS et 38/257/RVD] et son amendement 2 (2002) [documents 38/285/FDIS et 38/289/RVD].

Le contenu technique de cette version consolidée est donc identique à celui de l'édition de base et à ses amendements; cette version a été préparée par commodité pour l'utilisateur.

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.

L'annexe A fait partie intégrante de cette norme.

L'annexe B est donnée uniquement à titre d'information.

Le comité a décidé que le contenu de la publication de base et de ses amendements ne sera pas modifié avant 2005-12. A cette date, la publication sera

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

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

INSTRUMENT TRANSFORMERS –**Part 1: Current 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 60044-1 has been prepared by IEC technical committee 38: Instrument transformers.

This consolidated version of IEC 60044-1 consists of the first edition (1996) [documents 38/161/FDIS and 38/174/RVD, its amendment 1 (2000) [documents 38/245/FDIS and 38/257/RVD] and its amendment 2 (2002) [documents 38/285/FDIS and 38/289/RVD].

The technical content is therefore identical to the base edition and its amendments and has been prepared for user convenience.

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.

Annex A forms an integral part of this standard.

Annex B is for information only.

The committee has decided that the contents of the base publication and its amendments will remain unchanged until 2005-12. At this date, the publication will be

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

TRANSFORMATEURS DE MESURE –

Partie 1: Transformateurs de courant

1 Généralités

1.1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 60044 est applicable aux transformateurs de courant destinés à être utilisés avec des appareils de mesure électriques et aux transformateurs de courant pour protection, d'usage courant et neufs, la fréquence du courant étant 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.

L'article 11 comprend les prescriptions et les essais qui complètent, en ce qui concerne les transformateurs pour mesures, ceux qui sont indiqués dans les articles 3 à 10.

L'article 12 comprend les prescriptions et les essais qui complètent, en ce qui concerne les transformateurs de courant pour protection, ceux qui sont indiqués dans les articles 3 à 10. Les prescriptions de cet article se rapportent en particulier aux transformateurs devant assurer la protection en conservant une précision suffisante pour des courants valant plusieurs fois le courant assigné.

Pour certains systèmes de protection, dans lesquels les caractéristiques du transformateur de courant font partie intégrante du système (par exemple dans les dispositifs de protection différentielle à action rapide ou de protection par courant de terre dans les réseaux à neutre mis à la terre par bobine d'extinction), des prescriptions supplémentaires sont données dans l'article 13 pour les transformateurs de classe PR et dans l'article 14 pour les transformateurs de classe PX.

L'article 13 comprend les prescriptions et les essais qui complètent, en ce qui concerne les transformateurs de courant pour protection, ceux qui sont indiqués dans les articles 3 à 10. Les prescriptions de cet article se rapportent en particulier aux transformateurs devant assurer la protection tout en ayant une absence de flux rémanent.

L'article 14 comprend les prescriptions et les essais qui complètent, en ce qui concerne les transformateurs de courant pour protection, ceux qui sont indiqués dans les articles 3 à 10. Les prescriptions de cet article se rapportent en particulier au transformateur devant assurer la protection dans laquelle la connaissance de la courbe d'excitation, de la résistance secondaire, de la résistance de charge et du rapport du nombre de spires est suffisante pour évaluer ses performances dans le système de protection auquel il est connecté.

Les transformateurs de courant pour mesure et protection doivent satisfaire aux prescriptions de tous les articles de la présente norme.

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 60044-6:1992, *Transformateurs de mesure – Partie 6: Prescriptions concernant les transformateurs de courant pour protection pour la réponse en régime transitoire*

INSTRUMENT TRANSFORMERS –

Part 1: Current transformers

1 General

1.1 Scope

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

Although the requirements relate basically to transformers with separate windings, they are also applicable, where appropriate, to autotransformers.

Clause 11 covers the requirements and tests, in addition to those in clauses 3 to 10, that are necessary for current transformers for use with electrical measuring instruments.

Clause 12 covers the requirements and tests, in addition to those in clauses 3 to 10, that are necessary for current transformers for use with electrical protective relays, and in particular for forms of protection in which the prime requirement is the maintenance of accuracy up to several times the rated current.

For certain protective systems, where the current transformer characteristics are dependant on the overall design of the protective equipment (for example high-speed balanced systems and earth-fault protection in resonant earthed networks), additional requirements are given in clause 13 for class PR transformers and in clause 14 for class PX transformers.

Clause 13 covers the requirements and tests in addition to those in clauses 3 to 10 that are necessary for current transformers for use with electrical protective relays, and in particular for forms of protection in which the prime requirement is the absence of remanent flux.

Clause 14 covers the requirements and tests in addition to those in clauses 3 to 10 that are necessary for current transformers for use with electrical protective relays, and in particular for forms of protection for which knowledge of the transformer's secondary excitation characteristic, secondary winding resistance, secondary burden resistance and turns ratio is sufficient to assess its performance in relation to the protective relay system with which it is to be used.

Current transformers intended for both measurement and protection shall comply with all the clauses of this standard.

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 60044-6:1992, *Instrument transformers – Part 6: Requirements for protective current transformers for transient performance*

CEI 60050(321):1986, *Vocabulaire Electrotechnique International – 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 60121:1960, *Recommandation concernant les fils en aluminium recuit industriel pour conducteurs électriques*

CEI 60270:1981, *Mesure des décharges partielles*

CEI 60567:1992, *Guide d'échantillonnage de gaz et d'huile dans les matériels électriques immergés, pour l'analyse des gaz libres et dissous*

CEI 60599:1978, *Interprétation de l'analyse des gaz dans les transformateurs et autres matériels électriques remplis d'huile, en service*

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*

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 courant

transformateur de mesure dans lequel le courant secondaire est, dans les conditions normales d'emploi, pratiquement proportionnel au courant primaire et déphasé par rapport à celui-ci d'un angle voisin de zéro, pour un sens approprié des connexions

[VEI 321-02-01]

2.1.3

enroulement primaire

enroulement traversé par le courant à transformer

2.1.4

enroulement secondaire

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

IEC 60050(321):1986, *International Electrotechnical Vocabulary – 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 60121:1960, *Recommendation for commercial annealed aluminium electrical conductor wire*

IEC 60270:1981, *Partial discharge measurements*

IEC 60567:1992, *Guide for the sampling of gases and of oil from oil-filled electrical equipment and for the analysis of free and dissolved gases*

IEC 60599:1978, *Interpretation of the analysis of gases in transformers and other oil-filled electrical equipment in service*

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 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

current transformer

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

[IEV 321-02-01]

2.1.3

primary winding

the winding through which flows the current to be transformed

2.1.4

secondary winding

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

2.1.5

circuit secondaire

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

2.1.6

courant primaire assigné

valeur du courant primaire d'après laquelle sont déterminées ses conditions de fonctionnement

[VEI 321-01-11 modifiée]

2.1.7

courant secondaire assigné

valeur du courant secondaire d'après laquelle sont déterminées ses conditions de fonctionnement

[VEI 321-01-15 modifiée]

2.1.8

rapport de transformation

rapport entre le courant primaire réel et le courant secondaire réel

[VEI 321-01-17 modifiée]

2.1.9

rapport de transformation assigné

rapport entre le courant primaire assigné et le courant secondaire assigné

[VEI 321-01-19 modifiée]

2.1.10

erreur de courant (erreur de rapport)

erreur que le transformateur introduit dans la mesure d'un courant et qui provient de ce que le rapport de transformation n'est pas égal à la valeur assignée

[VEI 321-01-21 modifiée]

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

$$\text{Erreur de courant \%} = \frac{(K_n I_s - I_p) \times 100}{I_p}$$

où

K_n est le rapport de transformation assigné;

I_p est le courant primaire donné;

I_s est le courant secondaire correspondant à I_p dans les conditions de la mesure.

2.1.11

déphasage

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

[VEI 321-01-23 modifiée]

Le déphasage est considéré comme positif lorsque le vecteur courant secondaire est en avance sur le vecteur courant primaire; il est exprimé habituellement en minutes ou en centiradians.

NOTE Cette définition n'est rigoureuse qu'en courants sinusoïdaux.

2.1.12

classe de précision

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

2.1.5**secondary circuit**

the external circuit supplied by the secondary winding of a transformer

2.1.6**rated primary current**

the value of the primary current on which the performance of the transformer is based

[IEV 321-01-11 modified]

2.1.7**rated secondary current**

the value of the secondary current on which the performance of the transformer is based

[IEV 321-01-15 modified]

2.1.8**actual transformation ratio**

the ratio of the actual primary current to the actual secondary current

[IEV 321-01-17 modified]

2.1.9**rated transformation ratio**

the ratio of the rated primary current to the rated secondary current

[IEV 321-01-19 modified]

2.1.10**current error (ratio error)**

the error which a transformer introduces into the measurement of a current and which arises from the fact that the actual transformation ratio is not equal to the rated transformation ratio

[IEV 321-01-21 modified]

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

$$\text{Current error \%} = \frac{(K_n I_s - I_p) \times 100}{I_p}$$

where

K_n is the rated transformation ratio;

I_p is the actual primary current;

I_s is the actual secondary current when I_p is flowing, under the conditions of measurement.

2.1.11**phase displacement**

the difference in phase between the primary and secondary current 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 current vector leads the primary current vector. It is usually expressed in minutes or centiradians.

NOTE This definition is strictly correct for sinusoidal currents only.

2.1.12**accuracy class**

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

2.1.13

charge

impédance du circuit secondaire exprimée en ohms avec indication du facteur de puissance

La charge est généralement caractérisée par la puissance apparente absorbée, en volt-ampères, à un facteur de puissance indiqué et pour le courant secondaire assigné.

2.1.14

charge de précision

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

2.1.15

puissance de précision

puissance apparente (en voltampères à un facteur de puissance spécifié) que le transformateur peut fournir au circuit secondaire pour le courant secondaire assigné et la charge de précision

2.1.16

tension la plus élevée pour le matériel

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

2.1.17

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

2.1.18

niveau d'isolement assigné

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

2.1.19

réseau à neutre isolé

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

[VEI 601-02-24]

2.1.20

réseau à neutre directement à la terre

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

[VEI 601-02-25]

2.1.21

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]

2.1.22

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.

2.1.13**burden**

the impedance of the secondary circuit in ohms and power-factor

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

2.1.14**rated burden**

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

2.1.15**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 current and with rated burden connected to it

2.1.16**highest voltage for equipment**

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

2.1.17**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

2.1.18**rated insulation level**

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

2.1.19**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]

2.1.20**solidly earthed neutral system**

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

[IEV 601-02-25]

2.1.21**impedance earthed (neutral) system**

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

[IEV 601-02-26]

2.1.22**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 usually self-extinguishing.

2.1.23

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]

2.1.24

réseau à neutre mis à la terre

réseau dont le neutre est connecté à la terre, soit directement, soit à travers une résistance ou une réactance suffisamment faible pour réduire les oscillations transitoires et laisser passer un courant suffisant pour la protection par courant de terre:

- a) le neutre est dit effectivement à la terre si, quel que soit l'emplacement du défaut, le facteur de défaut à la terre ne dépasse pas 1,4;

NOTE Ce résultat est obtenu approximativement si, quelle que soit la configuration du réseau, le rapport de la réactance homopolaire à la réactance directe est inférieur à 3 et le rapport de la résistance homopolaire à la réactance directe est inférieur à l'unité.

- b) le neutre est non effectivement à la terre si, lors d'un défaut à la terre, le facteur de défaut à la terre est supérieur à 1,4.

2.1.25

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 d'un câble de faible longueur.

2.1.26

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.

2.1.27

fréquence assignée

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

2.1.28

courant de court-circuit thermique assigné (I_{th})

valeur efficace du courant primaire que le transformateur peut supporter pendant 1 s, son secondaire étant mis en court-circuit, sans qu'il subisse de dommage

2.1.29

courant dynamique assigné (I_{dyn})

valeur de crête du courant primaire que le transformateur peut supporter sans subir de dommages électriques ou mécaniques du fait des efforts électromagnétiques qui en résultent, le secondaire étant mis en court-circuit

2.1.30

courant d'échauffement ou courant thermique continu assigné (I_{cth})

valeur du courant qui peut passer indéfiniment dans l'enroulement primaire, l'enroulement secondaire débitant sur la charge de précision, sans que l'échauffement dépasse les valeurs spécifiées

2.1.31

courant d'excitation

valeur efficace du courant qui traverse l'enroulement secondaire d'un transformateur de courant, lorsqu'on applique entre les bornes secondaires une tension sinusoïdale de fréquence assignée, l'enroulement primaire et tous les autres enroulements étant à circuit ouvert

2.1.23**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]

2.1.24**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 materially transient oscillations and to give a current sufficient for selective earth fault protection:

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

NOTE This condition is obtained in general when, for all system configurations, the ratio of zero-sequence reactance to positive-sequence reactance is less than 3 and the ratio of zero-sequence resistance to positive-sequence reactance is less than 1.

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

2.1.25**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.

2.1.26**non-exposed installation**

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

NOTE Such installations are usually connected to cable networks.

2.1.27**rated frequency**

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

2.1.28**rated short-time thermal current (I_{th})**

the r.m.s. value of the primary current which a transformer will withstand for one second without suffering harmful effects, the secondary winding being short-circuited

2.1.29**rated dynamic current (I_{dyn})**

the peak value of the primary current which a transformer will withstand, without being damaged electrically or mechanically by the resulting electromagnetic forces, the secondary winding being short-circuited

2.1.30**rated continuous thermal current (I_{cth})**

the value of the current which can be permitted to flow continuously in the primary winding, the secondary winding being connected to the rated burden, without the temperature rise exceeding the values specified

2.1.31**exciting current**

the r.m.s. value of the current taken by the secondary winding of a current transformer, when a sinusoidal voltage of rated frequency is applied to the secondary terminals, the primary and any other windings being open-circuited

2.1.32

charge résistante assignée (R_b)

valeur assignée de la charge résistante connectée aux bornes secondaires, exprimée en ohms

2.1.33

résistance de l'enroulement secondaire (R_{ct})

résistance en courant continu de l'enroulement secondaire, exprimée en ohms, ramenée à 75 °C ou à toute autre température qui peut être spécifiée

2.1.34

erreur composée*

en régime permanent, la valeur efficace de la différence entre:

- a) les valeurs instantanées du courant primaire, et
- b) le produit du rapport de transformation assigné par les valeurs instantanées du courant secondaire,

les sens positifs des courants primaire et secondaire correspondant aux conventions admises pour le marquage des bornes.

L'erreur composée ε_c est exprimée en général en pour-cent de la valeur efficace du courant primaire selon la formule:

$$\varepsilon_c = \frac{100}{I_p} \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T (K_n i_s - i_p)^2 dt}$$

où

K_n est le rapport de transformation assigné;

I_p est la valeur efficace du courant primaire;

i_p est la valeur instantanée du courant primaire;

i_s est la valeur instantanée du courant secondaire;

T est la valeur de la période des courants.

2.1.35

transformateurs de courant à plusieurs rapports de transformation

transformateur de courant dans lequel plusieurs rapports sont obtenus en connectant des sections de l'enroulement primaire en série ou en parallèle, ou au moyen de prises sur l'enroulement secondaire

2.2 Définitions complémentaires concernant les transformateurs de courant pour mesures

2.2.1

transformateur de courant pour mesures

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

2.2.2

courant limite assigné (pour les appareils de mesure) (IPL)

valeur du courant primaire minimal pour lequel l'erreur composée du transformateur de courant pour mesures est égale ou supérieure à 10 %, la charge secondaire étant égale à la charge de précision

NOTE Il convient que l'erreur composée soit plus grande que 10 % pour protéger les appareils de mesure alimentés par le transformateur contre les courants de valeurs élevées apparaissant en cas de court-circuit dans le réseau.

* Voir annexe A.

2.1.32**rated resistive burden (R_b)**

rated value of the secondary connected resistive burden in ohms

2.1.33**secondary winding resistance (R_{ct})**

secondary winding d.c. resistance in ohms corrected to 75 °C or such other temperature as may be specified

2.1.34**composite error***

under steady-state conditions, the r.m.s. value of the difference between:

- a) the instantaneous values of the primary current, and
- b) the instantaneous values of the actual secondary current multiplied by the rated transformation ratio, the positive signs of the primary and secondary currents corresponding to the convention for terminal markings.

The composite error ε_c is generally expressed as a percentage of the r.m.s. values of the primary current according to the formula:

$$\varepsilon_c = \frac{100}{I_p} \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T (K_n i_s - i_p)^2 dt}$$

where

K_n is the rated transformation ratio;

I_p is the r.m.s. value of the primary current;

i_p is the instantaneous value of the primary current;

i_s is the instantaneous value of the secondary current;

T is the duration of one cycle.

2.1.35**multi-ratio current transformer**

current transformer on which more ratios are obtained by connecting the primary winding sections in series or parallel or by means of taps on the secondary winding

2.2 Additional definitions for measuring current transformers**2.2.1****measuring current transformer**

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

2.2.2**rated instrument limit primary current (I_{PL})**

the value of the minimum primary current at which the composite error of the measuring current transformer is equal to or greater than 10 %, the secondary burden being equal to the rated burden

NOTE The composite error should be greater than 10 %, in order to protect the apparatus supplied by the instrument transformer against the high currents produced in the event of system fault.

* See annexe A.

2.2.3

facteur de sécurité (pour les appareils de mesure) (FS)

rapport entre le courant limite primaire assigné pour l'appareil et le courant primaire assigné

NOTE 1 Il convient d'attirer l'attention sur le fait que le facteur de sécurité réel est affecté par la charge.

NOTE 2 La sécurité des appareils alimentés par le transformateur est d'autant plus grande, en cas de court-circuit dans le réseau où est intercalé l'enroulement primaire, que le facteur de sécurité (FS) est plus petit.

2.2.4

force électromotrice limite secondaire

produit du facteur de sécurité FS par le courant secondaire assigné et par la somme vectorielle de la charge de précision et de l'impédance de l'enroulement secondaire

NOTE 1 La méthode de calcul de la force électromotrice limite secondaire conduit à une valeur supérieure à la valeur réelle. Elle a été choisie en vue d'appliquer la même méthode d'essai qu'en 11.6 et 12.5 relatifs aux transformateurs de courant pour protection.

D'autres méthodes peuvent être utilisées suivant accord entre le constructeur et l'acheteur.

NOTE 2 Dans le calcul de la force électromotrice limite secondaire, la résistance de l'enroulement secondaire doit être corrigée à la température de 75 °C.

2.3 Définitions complémentaires concernant les transformateurs de courant pour protection

2.3.1

transformateur de courant pour protection

transformateur de courant destiné à alimenter des relais de protection

2.3.2

courant limite de précision assigné

valeur la plus élevée du courant primaire pour laquelle le transformateur doit satisfaire aux prescriptions concernant l'erreur composée

2.3.3

facteur limite de précision

rapport entre le courant limite de précision assigné et le courant primaire assigné

2.3.4

force électromotrice limite secondaire

produit du facteur limite de précision par le courant secondaire assigné et par la somme vectorielle de la charge de précision et de l'impédance de l'enroulement secondaire

2.3.5

transformateur de courant pour protection de classe PR

transformateur de courant ayant un facteur de rémanence limité pour lequel, dans certains cas, une valeur de la constante de temps secondaire et/ou une valeur maximale de la résistance du bobinage secondaire peuvent être spécifiés

2.3.6

flux de saturation (Ψ_s)

valeur de crête du flux qui existerait dans un circuit magnétique à la transition de l'état non saturé à l'état de saturation complète et que l'on suppose être celle relative au point de la caractéristique B-H du circuit magnétique considéré tel qu'une croissance de B de 10 % donne lieu à une croissance de H de 50 %

2.3.7

flux rémanent (Ψ_r)

valeur du flux qui subsisterait dans le circuit magnétique 3 min après l'interruption d'un courant d'excitation de grandeur suffisante pour produire le flux de saturation (Ψ_s) défini en 2.3.6

2.2.3**instrument security factor (FS)**

the ratio of rated instrument limit primary current to the rated primary current

NOTE 1 Attention should be paid to the fact that the actual instrument security factor is affected by the burden.

NOTE 2 In the event of system fault currents flowing through the primary winding of a current transformer, the safety of the apparatus supplied by the transformer is greatest when the value of the rated instrument security factor (FS) is small.

2.2.4**secondary limiting e.m.f**

the product of the instrument security factor FS, the rated secondary current and the vectorial sum of the rated burden and the impedance of the secondary winding

NOTE 1 The method by which the secondary limiting e.m.f. is calculated will give a higher value than the real one. It was chosen in order to apply the same test method as in 11.6 and 12.5 for protective current transformers.

Other methods may be used by agreement between manufacturer and purchaser.

NOTE 2 For calculating the secondary limiting e.m.f., the secondary winding resistance should be corrected to a temperature of 75 °C.

2.3 Additional definitions for protective current transformers**2.3.1****protective current transformer**

a current transformer intended to supply protective relays

2.3.2**rated accuracy limit primary current**

the value of primary current up to which the transformer will comply with the requirements for composite error

2.3.3**accuracy limit factor**

the ratio of the rated accuracy limit primary current to the rated primary current

2.3.4**secondary limiting e.m.f.**

the product of the accuracy limit factor, the rated secondary current and the vectorial sum of the rated burden and the impedance of the secondary winding

2.3.5**class PR protective current transformer**

a current transformer with limited remanence factor for which, in some cases, a value of the secondary loop time constant and/or a limiting value of the winding resistance may also be specified

2.3.6**saturation flux (Ψ_s)**

that peak value of the flux which would exist in a core in the transition from the non-saturated to the fully saturated condition and deemed to be that point on the B-H characteristic for the core concerned at which a 10 % increase in B causes H to be increased by 50 %

2.3.7**remanent flux (Ψ_r)**

that value of flux which would remain in the core 3 min after the interruption of an exciting current of sufficient magnitude to induce the saturation flux (Ψ_s) defined in 2.3.6

2.3.8

facteur de rémanence (K_r)

rapport $K_r = 100 \times \Psi_r / \Psi_s$, exprimé en pourcentage (%)

2.3.9

constante de temps assignée de la boucle secondaire (T_s)

valeur de la constante de temps de la boucle secondaire du transformateur de courant déterminée à partir de la somme des inductances magnétisantes et de fuites (L_s), et de la résistance de la boucle secondaire (R_s)

$$T_s = L_s / R_s$$

2.3.10

caractéristique d'excitation

présentation, sous forme d'un graphique ou d'un tableau, de la relation entre la valeur efficace du courant d'excitation et la valeur efficace de la f.é.m. sinusoïdale appliquée aux bornes secondaires d'un transformateur de courant, le primaire et les autres bobinages étant ouverts, sur une plage de valeurs permettant de définir la caractéristique depuis les bas niveaux d'excitation jusqu'à la valeur nominale de la tension de f.é.m. de coude assignée

2.3.11

transformateur de courant de classe PX

transformateur à faible inductance de fuite, pour lequel la connaissance de la courbe d'excitation, de la résistance secondaire, de la résistance de charge et du rapport du nombre de spires est suffisante pour évaluer ses performances dans le système de protection auquel il est connecté

2.3.12

f.é.m. de coude assignée (E_k)

valeur minimale de la f.é.m. sinusoïdale efficace, à la fréquence assignée, appliquée aux bornes de l'enroulement secondaire du transformateur, tous les autres enroulements étant ouverts, dont l'accroissement de 10 % provoque un accroissement de la valeur efficace du courant d'excitation inférieur à 50 %

NOTE La valeur réelle de la f.é.m. de coude sera $\geq$ à la f.é.m. de coude assignée.

2.3.13

rapport des nombres de spires assigné

rapport entre le nombre de spires de l'enroulement primaire et le nombre de spires de l'enroulement secondaire:

EXEMPLE 1 1/ 600 (une spire primaire avec six cents spires secondaires).

EXEMPLE 2 2/1 200 (transformateur de courant de rapport similaire mais utilisant deux spires primaires).

2.3.14

erreur sur le rapport des nombres de spires

différence entre les valeurs assignée et réelle du rapport des nombres de spires exprimée en pourcentage

$$\text{Erreur sur le rapport des nombres de spires (\%)} = \frac{(\text{rapport des nombres de spires réel} - \text{rapport des nombres de spires assigné})}{\text{rapport des nombres de spires assigné}} \times 100$$

2.3.15

facteur de dimensionnement (K_x)

facteur défini par l'acheteur exprimant le nombre de fois de la valeur assignée du courant secondaire (I_{sn}) que peut atteindre le courant secondaire en régime de défaut, incluant les facteurs de sécurité, jusqu'à laquelle il est demandé au transformateur de satisfaire aux performances exigées

2.3.8**remanence factor (K_r)**

the ratio $K_r = 100 \times \psi_r / \psi_s$, expressed as a percentage (%)

2.3.9**rated secondary loop time constant (T_s)**

value of the time constant of the secondary loop of the current transformer obtained from the sum of the magnetizing and the leakage inductance (L_s) and the secondary loop resistance (R_s)

$$T_s = L_s / R_s$$

2.3.10**excitation characteristic**

a graphical or tabular presentation of the relationship between the r.m.s. value of the exciting current and a sinusoidal r.m.s. e.m.f. applied to the secondary terminals of a current transformer, the primary and other windings being open-circuited, over a range of values sufficient to define the characteristics from low levels of excitation up to the rated knee point e.m.f.

2.3.11**class PX protective current transformer**

a transformer of low leakage reactance for which knowledge of the transformer secondary excitation characteristic, secondary winding resistance, secondary burden resistance and turns ratio is sufficient to assess its performance in relation to the protective relay system with which it is to be used

2.3.12**rated knee point e.m.f. (E_k)**

that minimum sinusoidal e.m.f. (r.m.s.) at rated power frequency when applied to the secondary terminals of the transformer, all other terminals being open-circuited, which when increased by 10 % causes the r.m.s. exciting current to increase by no more than 50 %

NOTE The actual knee point e.m.f. will be $\geq$ the rated knee point e.m.f.

2.3.13**rated turns ratio**

the required ratio of the number of primary turns to the number of secondary turns

EXAMPLE 1 1/600 (one primary turn with six hundred secondary turns).

EXAMPLE 2 2/1 200 (a current transformer of similar ratio to example 1 but employing two primary turns).

2.3.14**turns ratio error**

the difference between the rated and actual turns ratios, expressed as a percentage

$$\text{Turns ratio error (\%)} = \frac{(\text{actual turns ratio} - \text{rated turns ratio})}{\text{rated turns ratio}} \times 100$$

2.3.15**dimensioning factor (K_x)**

a factor assigned by the purchaser to indicate the multiple of rated secondary current (I_{sn}) occurring under power system fault conditions, inclusive of safety factors, up to which the transformer is required to meet performance requirements

3 Conditions de service normales et spéciales

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

3.1 Conditions de service normales

3.1.1 Température d'air ambiante

Les transformateurs de courant 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.		

3.1.2 Altitude

L'altitude est inférieure à 1000 m.

3.1.3 Vibrations ou tremblements de terre

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

3.1.4 Autres conditions de service pour des transformateurs de courant 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 courant 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.

3 Normal and special service conditions

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

3.1 Normal service conditions

3.1.1 Ambient air temperature

The current 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 be also considered.		

3.1.2 Altitude

The altitude does not exceed 1000 m.

3.1.3 Vibrations or earth tremors

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

3.1.4 Other service conditions for indoor current transformers

Other service conditions considered 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, current 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.

3.1.5 Autres conditions de service pour des transformateurs de courant du 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 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.

Les niveaux de pollution sont donnés au tableau 7.

- 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.

3.2 Conditions de service spéciales

Lorsque des transformateurs de courant peuvent être utilisés dans des conditions différentes des conditions normales de service données en 3.1, il convient que les exigences de l'utilisateur se réfèrent à des seuils normalisés comme suit.

3.2.1 Température ambiante

Pour les installations situées là où la température ambiante peut s'écarter de manière significative des gammes de conditions de service normale fixées en 3.1.1, il convient que les gammes préférentielles de température minimale et maximale à spécifier soient:

- –50 °C et 40 °C pour les climats très froids;
- –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, ou un déclassement peut être opéré, afin de ne pas dépasser les échauffements spécifiés.

3.2.2 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 condition 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.

3.2.3 Tremblements de terre

Des règles et des essais sont à l'étude.

3.3 Installation de mise à la terre

Les installations de mise à la terre considérées sont:

- 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).

3.1.5 Other service conditions for outdoor current transformers

Other service conditions considered are:

- 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 gas, vapours or salt.
The pollution levels are given in table 7;
- 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.

3.2 Special service conditions

When current transformers may be used under conditions different from the normal service conditions given in 3.1, the user's requirements should refer to standardized steps as follows.

3.2.1 Ambient air temperature

For installation in a place where the ambient temperature can be significantly outside the normal service condition range stated in 3.1.1, the preferred ranges of minimum and maximum temperature to be specified should be:

- –50 °C and 40 °C for very cold climates;
- –5 °C and 50 °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, or derating may be used, in order not to exceed the specified temperature rises.

3.2.2 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.

3.2.3 Earthquakes

Requirements and testing are under consideration.

3.3 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).

4 Valeurs normales

4.1 Valeurs normales des courants primaires assignés

4.1.1 Transformateurs à un seul rapport de transformation

Les valeurs normales des courants primaires assignés sont:

$$\underline{10} - 12,5 - \underline{15} - \underline{20} - 25 - \underline{30} - 40 - \underline{50} - 60 - \underline{75} \text{ A.}$$

et leurs multiples ou sous-multiples décimaux.

Les valeurs préférentielles sont soulignées.

4.1.2 Transformateurs à plusieurs rapports de transformation

Les valeurs normales figurant au 4.1.1 s'appliquent au plus petit courant primaire assigné.

4.2 Valeurs normales des courants secondaires assignés

Les valeurs normales des courants secondaires assignés sont 1 A, 2 A et 5 A, cette dernière valeur étant préférentielle.

NOTE Pour des transformateurs couplés en triangle, les valeurs précédentes divisées par $\sqrt{3}$ sont aussi des valeurs normales.

4.3 Valeurs normales du courant d'échauffement assigné

Le valeur normale du courant d'échauffement assigné est le courant primaire assigné.

Lorsqu'un courant d'échauffement supérieur au courant primaire assigné est spécifié, les valeurs préférentielles sont 120 % à 150 % et 200 % du courant primaire assigné.

4.4 Valeurs normales des puissances de précision

Les valeurs normales des puissances de précision jusqu'à 30 VA sont:

$$2,5 - 5,0 - 10 - 15 \text{ et } 30 \text{ VA.}$$

Au-delà de 30 VA, des valeurs de puissances de précision peuvent être choisies de façon à répondre aux besoins.

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.

4.5 Courants de court-circuit assignés

Les transformateurs de courant à primaire bobine ou formé d'un seul conducteur doivent satisfaire aux prescriptions des 4.5.1 et 4.5.2.

4.5.1 Courant de court-circuit thermique assigné (I_{th})

Pour chaque transformateur, la valeur assignée du courant de court-circuit thermique doit être spécifiée (voir 2.1.25).

4 Ratings

4.1 Standard values of rated primary currents

4.1.1 Single-ratio transformers

The standard values of rated primary currents are:

$$\underline{10} - 12,5 - \underline{15} - \underline{20} - 25 - \underline{30} - 40 - \underline{50} - 60 - \underline{75} \text{ A,}$$

and their decimal multiples or fractions.

The preferred values are those underlined.

4.1.2 Multi-ratio transformers

The standard values given in 4.1.1 refer to the lowest values of rated primary current.

4.2 Standard values of rated secondary currents

The standard values of rated secondary currents are 1 A, 2 A and 5 A, but the preferred value is 5 A.

NOTE For transformers intended for delta-connected groups, these ratings divided by $\sqrt{3}$ are also standard values.

4.3 Rated continuous thermal current

The standard value of rated continuous thermal current is the rated primary current.

When a rated continuous thermal current greater than rated primary current is specified, the preferred values should be 120 % to 150 % and 200 % of rated primary current.

4.4 Standard values of rated output

The standard values of rated output up to 30 VA are:

$$2,5 - 5,0 - 10 - 15 \text{ and } 30 \text{ VA.}$$

Values above 30 VA may be selected to suit the application.

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.

4.5 Short-time current ratings

Current transformers supplied with a fixed primary winding or conductor shall comply with the requirements of 4.5.1 and 4.5.2.

4.5.1 Rated short-time thermal current (I_{th})

A rated short-time thermal current (I_{th}) shall be assigned to the transformer (see 2.1.25).

4.5.2 Valeur normale du courant dynamique assigné (I_{dyn})

La valeur normale du courant dynamique assigné doit être à $2,5 I_{th}$. La valeur de I_{dyn} ne doit être indiquée sur la plaque signalétique que si elle est différente de cette valeur (voir 2.1.26).

4.6 Limites d'échauffement

L'échauffement d'un transformateur de courant parcouru par un courant primaire égal à son courant d'échauffement, l'enroulement secondaire alimentant une charge égale à la charge de précision avec un facteur de puissance unité, ne doit pas dépasser la valeur appropriée du tableau 2. Ces valeurs supposent que le transformateur est destiné à fonctionner dans les conditions de service indiquées à l'article 3.

S'il est prévu que la température de l'air ambiant pourrait dépasser les valeurs indiquées en 3.1, l'échauffement indiqué dans le tableau 2 doit être réduit d'une valeur égale à l'excès de température ambiante.

Si le transformateur est prévu pour fonctionner à une altitude supérieure à 1000 m, les essais étant faits à une altitude inférieure à 1000 m, les limites d'échauffement données dans le tableau 2 doivent être réduites dans les proportions suivantes, par 100 m d'altitude du lieu de fonctionnement au-dessus de 1000 m:

- a) transformateurs immergés dans l'huile 0,4 %;
- b) transformateurs à sec 0,5 %.

L'échauffement des enroulements est limité par la classe la plus basse d'isolation soit de l'enroulement même soit du milieu dans lequel il est noyé.

Les limites d'échauffement admissibles pour chaque classe d'isolation sont indiquées dans le tableau 2.

Tableau 2 – Limites d'échauffement des enroulements

Classe d'isolation (conformément à la CEI 60085)	Limites d'échauffement K
Toutes les classes, les enroulements étant immergés dans l'huile	60
Toutes les classes, les enroulements étant immergés dans l'huile et hermétiquement scellés	65
Toutes les classes, les enroulements étant noyés dans une masse isolante bitumineuse	50
Enroulements non immergés dans l'huile ni noyés dans une masse bitumineuse, des classes suivantes:	
Y	45
A	60
E	75
B	85
F	110
H	135
NOTE Pour certaines matières isolantes (par exemple résine), il convient que le constructeur indique la classe d'isolation applicable.	

4.5.2 Rated dynamic current (I_{dyn})

The value of the rated dynamic current (I_{dyn}) shall normally be 2.5 times the rated short-time thermal current (I_{th}) and it shall be indicated on the rating plate when it is different from this value (see 2.1.26).

4.6 Limits of temperature rise

The temperature rise of a current transformer when carrying a primary current equal to the rated continuous thermal current, with a unity power-factor burden corresponding to the rated output, shall not exceed the appropriate value given in table 2. These values are based on the service conditions given in clause 3.

If ambient temperatures in excess of the values given in 3.1 are specified, the permissible temperature rise in table 2 shall be reduced by an amount equal to the excess ambient temperature.

If a transformer is specified for service at an altitude in excess of 1000 m, and tested at an altitude below 1000 m, the limits of temperature rise given in table 2 shall be reduced by the following amounts for each 100 m that the altitude at the operating site exceeds 1000 m:

- a) oil immersed transformers 0,4 %;
- b) dry-type transformers 0,5 %.

The temperature rise of the windings is limited by the lowest class of insulation, either of the winding itself, or of the surrounding medium in which it is embedded. The maximum temperature rises of the insulation classes are as given in table 2.

Table 2 – Limits of temperature rise of the windings

Class of insulation (in accordance with IEC 60085)	Maximum temperature rise K
All classes immersed in oil	60
All classes immersed in oil and hermetically sealed	65
All classes immersed in bituminous compound	50
Classes not immersed in oil or bituminous compound:	
Y	45
A	60
E	75
B	85
F	110
H	135
NOTE With some products (e.g. resin) the manufacturer should specify the relevant insulation class.	