

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

(affiliée à l'Organisation Internationale de Normalisation — ISO)

RECOMMANDATION DE LA CEI

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

(affiliated to the International Organization for Standardization — ISO)

IEC RECOMMENDATION

Publication 185

Première édition — First edition

1966

Transformateurs de courant

Current transformers



Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale

1, rue de Varembe

Genève, Suisse

IEC NORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60185:1966

Withdrawn

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

(affiliée à l'Organisation Internationale de Normalisation — ISO)

RECOMMANDATION DE LA CEI

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

(affiliated to the International Organization for Standardization — ISO)

IEC RECOMMENDATION

Publication 185

Première édition — First edition

1966

Transformateurs de courant

Current transformers



Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale

1, rue de Varembe

Genève, Suisse

SOMMAIRE

	Pages
PRÉAMBULE	8
PRÉFACE	8

Articles

CHAPITRE I — PRESCRIPTIONS GÉNÉRALES APPLICABLES A TOUS LES TRANSFORMATEURS DE COURANT

SECTION UN — GÉNÉRALITÉS

1. Domaine d'application	12
2. Conditions de service	12
3. Définitions	14

SECTION DEUX — CONDITIONS AUXQUELLES DOIVENT SATISFAIRE TOUS LES TRANSFORMATEURS DE COURANT

4. Valeurs normales des courants nominaux primaires	20
5. Valeurs normales du courant nominal secondaire	22
6. Valeurs normales des courants d'échauffement	22
7. Valeurs normales des puissances de précision	22
8. Courants de court-circuit nominaux	22
9. Limites des échauffements	22
10. Niveaux d'isolement nominaux	26

SECTION TROIS — ESSAIS — GÉNÉRALITÉS

11. Classification des essais	28
12. Essais individuels	28
13. Essais de type	30

SECTION QUATRE — ESSAIS INDIVIDUELS

14. Vérification du marquage des bornes	30
15. Essais diélectriques à fréquence industrielle des enroulements primaires	30
16. Essais diélectriques à fréquence industrielle des enroulements secondaires	30
17. Essai de surtension entre spires	32

CONTENTS

	Page
FOREWORD	9
PREFACE	9

Clause

CHAPTER I — GENERAL REQUIREMENTS APPLICABLE TO ALL CURRENT TRANSFORMERS

SECTION ONE — GENERAL

1. Scope	13
2. Service conditions	13
3. Definitions	15

SECTION TWO — RATING AND PERFORMANCE REQUIREMENTS APPLICABLE TO ALL CURRENT TRANSFORMERS

4. Standard values of rated primary current	21
5. Standard values of rated secondary current	23
6. Rated continuous thermal current	23
7. Rated outputs	23
8. Short-time current ratings	23
9. Limits of temperature rise	23
10. Rated insulation levels	27

SECTION THREE — TESTS — GENERAL

11. Classification of tests	29
12. Routine tests	29
13. Type tests	31

SECTION FOUR — ROUTINE TESTS

14. Verification of terminal markings	31
15. Power-frequency tests on primary windings	31
16. Power-frequency tests on secondary windings	31
17. Over-voltage inter-turn test	33

	Pages
SECTION CINQ — ESSAIS DE TYPE	
18. Généralités	32
19. Essais de résistance aux courants de court-circuit nominaux	32
20. Essai d'échauffement	34
21. Essais aux ondes de choc	34

SECTION SIX — MARQUAGE	
22. Marquage des bornes — Règles générales	36
23. Marquage des plaques signalétiques	38

CHAPITRE II — PRESCRIPTIONS COMPLÉMENTAIRES CONCERNANT LES TRANSFORMATEURS DE COURANT POUR MESURES

SECTION SEPT — GÉNÉRALITÉS	
24. Domaine d'application	42
25. Définitions	42

SECTION HUIT — EXIGENCES CONCERNANT LA PRÉCISION	
26. Classe de précision d'un transformateur de courant pour mesures — Indice de classe	42
27. Limites de l'erreur de courant et du déphasage des transformateurs de courant pour mesures	44
28. Transformateurs à gamme étendue	44

SECTION NEUF — ESSAIS CONCERNANT LA PRÉCISION	
29. Essais de type	46
30. Essais individuels	46
31. Courant nominal de sécurité	46

SECTION DIX — MARQUAGE	
32. Indications à marquer sur la plaque signalétique des transformateurs pour mesures	46

CHAPITRE III — PRESCRIPTIONS COMPLÉMENTAIRES CONCERNANT LES TRANSFORMATEURS DE COURANT POUR PROTECTION

SECTION ONZE — GÉNÉRALITÉS	
33. Domaine d'application	48
34. Définitions	48

SECTION DOUZE — EXIGENCES CONCERNANT LA PRÉCISION	
35. Valeurs normales des facteurs limites de précision	50
36. Classes de précision	50
37. Limites des erreurs	50

SECTION TREIZE — ESSAIS CONCERNANT LA PRÉCISION	
38. Erreur de courant et déphasage — Essais de type et essais individuels	52
39. Erreur composée — Essais de type	52
40. Erreur composée — Essais individuels	54

	Page
SECTION FIVE — TYPE TESTS	
18. General	33
19. Short-time current tests	33
20. Temperature-rise test	35
21. Impulse voltage tests	35

SECTION SIX — MARKING	
22. Terminal markings — General rules	37
23. Rating plate markings	39

CHAPTER II — ADDITIONAL REQUIREMENTS FOR MEASURING CURRENT TRANSFORMERS

SECTION SEVEN — GENERAL	
24. Scope	43
25. Definitions	43

SECTION EIGHT — ACCURACY REQUIREMENTS	
26. Accuracy class designation	43
27. Limits of current error and phase displacement	45
28. Extended current rating	45

SECTION NINE — TESTS FOR ACCURACY	
29. Type tests	47
30. Routine tests	47
31. Instrument security current	47

SECTION TEN — MARKING	
32. Marking of the rating plate of a measuring current transformer	47

CHAPTER III — ADDITIONAL REQUIREMENTS FOR PROTECTIVE CURRENT TRANSFORMERS

SECTION ELEVEN — GENERAL	
33. Scope	49
34. Definitions	49

SECTION TWELVE — ACCURACY REQUIREMENTS	
35. Standard accuracy limit factors	51
36. Accuracy classes	51
37. Limits of error	51

SECTION THIRTEEN — TESTS FOR ACCURACY	
38. Type and routine tests for current error and phase displacement	53
39. Type tests for composite error	53
40. Routine tests for composite error	55

SECTION QUATORZE — MARQUAGE

	Pages
41. Indications à marquer sur la plaque signalétique des transformateurs pour protection . . .	54
ANNEXE A — Transformateurs de courant pour protection	56
A.1 Diagramme vectoriel	56
A.2 Correction de spires	56
A.3 Triangle d'erreur	56
A.4 Erreur composée	58
A.5 Mesure de l'erreur composée par une méthode directe	58
A.6 Autre méthode de mesure directe de l'erreur composée	58
A.7 Emploi de l'erreur composée	60

Withdrawing
IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60185:1966

SECTION FOURTEEN — MARKING

	Page
41. Marking of the rating plate of a protective current transformer	55
APPENDIX A — Protective current transformers	57
A.1 Vector diagram	57
A.2 Turns correction	57
A.3 The error triangle	57
A.4 Composite error	59
A.5 Direct test for composite error	59
A.6 Alternative method for the direct measurement of composite error	59
A.7 Use of composite error	61

Withdrawing
IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60185:1966

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

TRANSFORMATEURS DE COURANT

PRÉAMBULE

- 1) Les décisions ou accords officiels de la C E I en ce qui concerne les questions techniques, préparés par des Comités d'Etudes où sont représentés tous les Comités nationaux s'intéressant à ces questions, expriment dans la plus grande mesure possible un accord international sur les sujets examinés.
- 2) Ces décisions constituent des recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux.
- 3) Dans le but d'encourager cette unification internationale, la C E I exprime le vœu que tous les Comités nationaux ne possédant pas encore de règles nationales, lorsqu'ils préparent ces règles, prennent comme base fondamentale de ces règles les recommandations de la C E I dans la mesure où les conditions nationales le permettent.
- 4) On reconnaît qu'il est désirable que l'accord international sur ces questions soit suivi d'un effort pour harmoniser les règles nationales de normalisation avec ces recommandations dans la mesure où les conditions nationales le permettent. Les Comités nationaux s'engagent à user de leur influence dans ce but.

PRÉFACE

La présente recommandation a été établie par le Comité d'Etudes N° 38 de la C E I : Transformateurs de mesure, elle remplace les prescriptions relatives aux transformateurs de courant données dans la Publication 44 de la C E I, publiée en 1931.

Les travaux commencèrent en 1953 et des projets furent discutés lors de réunions tenues à Munich en 1956, à Stockholm en 1958, à Londres en 1959 et à Interlaken en 1961.

Un projet fut soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois en janvier 1961 et des modifications à ce projet furent diffusées aux Comités nationaux pour approbation selon la Procédure des Deux Mois, en septembre 1962. Les prescriptions relatives aux marques des bornes furent approuvées séparément.

Les pays suivants se sont prononcés explicitement en faveur de la publication des chapitres I et II :

Afrique du Sud
Allemagne
Autriche
Belgique
Danemark
Etats-Unis d'Amérique
Finlande
France
Inde
Italie
Norvège

Pays-Bas
Pologne
Portugal
Roumanie
Royaume-Uni
Suisse
Tchécoslovaquie
Turquie
Union des Républiques Socialistes Soviétiques
Yougoslavie

Les marques des bornes des transformateurs de mesure furent étudiées séparément par un Sous-Comité mixte constitué par le Comité d'Etudes N° 16 : Marques des bornes et autres marques d'identification, et le Comité d'Etudes N° 38 : Transformateurs de mesure.

Un projet relatif aux marques des bornes fut soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois en février 1956 et des modifications à ce projet furent soumises à l'approbation des Comités nationaux suivant la Procédure des Deux Mois en octobre 1957.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

CURRENT TRANSFORMERS

FOREWORD

- 1) The formal decisions or agreements of the I E C on technical matters, prepared by Technical Committees on which all the National Committees having a special interest therein are represented, express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the subjects dealt with.
- 2) They have the form of recommendations for international use and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 3) In order to promote this international unification, the I E C expresses the wish that all National Committees having as yet no national rules, when preparing such rules, should use the I E C recommendations as the fundamental basis for these rules in so far as national conditions will permit.
- 4) The desirability is recognized of extending international agreement on these matters through an endeavour to harmonize national standardization rules with these recommendations in so far as national conditions will permit. The National Committees pledge their influence towards that end.

PREFACE

This Recommendation was prepared by I E C Technical Committee No. 38, Instrument Transformers, and it supersedes the requirements applicable to current transformers given in I E C Publication 44, published in 1931.

Work was commenced in 1953 and subsequent drafts were discussed at meetings held in Munich in 1956, in Stockholm in 1958, in London in 1959 and in Interlaken in 1961.

A draft was submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in January 1961, and amendments to this draft were circulated to the National Committees for approval under the Two Months' Procedure in September 1962. The terminal markings were voted on separately.

The following countries voted explicitly in favour of publication of Chapters I and II :

Austria	Poland
Belgium	Portugal
Czechoslovakia	Romania
Denmark	South Africa
Finland	Switzerland
France	Turkey
Germany	Union of Soviet Socialist Republics
India	United Kingdom
Italy	United States of America
Netherlands	Yugoslavia
Norway	

Terminal markings for instrument transformers were considered separately by a Sub-Committee set up jointly by Technical Committee No. 16, Terminal Markings and Other Identifications, and Technical Committee No. 38, Instrument Transformers.

A draft giving the terminal markings was submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in February 1956 and amendments to the markings were circulated to the National Committees for approval under the Two Months' Procedure in October 1957.

Les pays suivants se sont prononcés explicitement en faveur de la publication des marques des bornes qui font l'objet de l'article 22 de la présente recommandation :

Afrique du Sud	Norvège
Belgique	Pays-Bas
Danemark	Royaume-Uni
Etats-Unis d'Amérique	Suède
France	Union des Républiques Socialistes Soviétiques
Italie	Yougoslavie
Japon	

Le Comité national allemand a demandé explicitement qu'il soit signalé qu'il n'était pas en mesure d'accepter les marques des bornes.

Un projet des conditions requises données dans le chapitre III fut soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois en décembre 1963.

Les pays suivants se sont explicitement prononcés en faveur de la publication du chapitre III :

Allemagne	Japon
Autriche	Pays-Bas
Belgique	Royaume-Uni
Chine (République Populaire de)	Suède
Corée (République de)	Suisse
Danemark	Tchécoslovaquie
Finlande	Turquie
France	Union des Républiques Socialistes Soviétiques
Israël	Yougoslavie
Italie	

The following countries voted explicitly in favour of publication of the terminal markings which have been included in Clause 22 of this Recommendation :

Belgium	South Africa
Denmark	Sweden
France	Union of Soviet Socialist Republics
Italy	United Kingdom
Japan	United States of America
Netherlands	Yugoslavia
Norway	

The German National Committee has specifically asked for it to be recorded that it is not able to accept the terminal markings.

A draft of the requirements given in Chapter III was submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in December 1963.

The following countries voted explicitly in favour of publication of Chapter III :

Austria	Japan
Belgium	Korea (Republic of)
China (People's Republic)	Netherlands
Czechoslovakia	Sweden
Denmark	Switzerland
Finland	Turkey
France	United Kingdom
Germany	Union of Soviet Socialist Republics
Israel	Yugoslavia
Italy	

TRANSFORMATEURS DE COURANT

CHAPITRE I — PRESCRIPTIONS GÉNÉRALES APPLICABLES A TOUS LES TRANSFORMATEURS DE COURANT

SECTION UN — GÉNÉRALITÉS

1. Domaine d'application

La présente recommandation s'applique 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 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.

2. Conditions de service

A défaut de conventions spéciales entre les parties, la présente recommandation est valable dans les conditions de service suivantes.

Note. — Si le transformateur est destiné à être utilisé ou même s'il doit être transporté dans des conditions différentes de celles indiquées, le constructeur doit en être averti.

2.1 Température de l'air ambiant

Maximum	40 °C
Moyenne journalière n'excédant pas	30 °C
Minimum, dans le cas des transformateurs pour emploi à l'intérieur des bâtiments	— 5 °C
Minimum, dans le cas des transformateurs pour emploi à l'extérieur des bâtiments	— 25 °C

2.2 Altitude

Inférieure à 1 000 m au-dessus du niveau de la mer.

CURRENT TRANSFORMERS

CHAPTER I — GENERAL REQUIREMENTS APPLICABLE TO ALL CURRENT TRANSFORMERS

SECTION ONE — GENERAL

1. Scope

This Recommendation applies to newly manufactured current transformers for use with electrical measuring instruments and electrical protective devices at frequencies from 15 to 100 Hz (c/s).

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

2. Service conditions

Unless otherwise specified, current transformers shall be suitable for use under the following service conditions:

Note. — The manufacturer should be informed if the conditions, including the conditions under which transformers are to be transported, differ from those specified.

2.1 *Ambient air temperatures*

Maximum	40 °C
Daily mean, not exceeding	30 °C
Minimum, for indoor type transformers	— 5 °C
Minimum, for outdoor type transformers	— 25 °C

2.2 *Altitude*

Up to 1 000 m (3 300 ft) above sea level.

2.3 Conditions atmosphériques

Atmosphère pas trop polluée.

2.4 Situation du neutre du réseau

- 1) Neutre isolé (voir définition paragraphe 3.18).
- 2) Neutre mis à la terre par bobine d'extinction (voir définition paragraphe 3.19).
- 3) Neutre mis à la terre (voir définition paragraphe 3.21):
 - a) Neutre mis effectivement à la terre.
 - b) Neutre mis non effectivement à la terre.

3. Définitions

Pour les termes utilisés dans la présente recommandation, les définitions suivantes sont applicables. Plusieurs de ces définitions sont conformes ou similaires à celles du groupe 20 du Vocabulaire Electrotechnique International (V.E.I.). Celles-ci sont indiquées par l'adjonction entre parenthèses du numéro de référence correspondant au V.E.I.

3.1 Transformateur de mesure

Transformateur destiné à alimenter des appareils de mesure, des compteurs, des relais et autres appareils analogues (20-45-005 modifié).

3.2 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 (20-45-025).

3.3 Enroulement primaire

Enroulement traversé par le courant à transformer.

3.4 Enroulement secondaire

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

3.5 Circuit secondaire

Circuit extérieur alimenté par l'enroulement secondaire d'un transformateur.

3.6 Courant nominal primaire

Valeur du courant primaire qui figure dans la désignation du transformateur et d'après laquelle sont déterminées ses conditions de fonctionnement (20-45-100 modifié).

3.7 Courant nominal secondaire

Valeur du courant secondaire qui figure dans la désignation du transformateur et d'après laquelle sont déterminées ses conditions de fonctionnement (20-45-100 modifié).

2.3 *Atmospheric conditions*

Atmospheres which are not heavily polluted.

2.4 *System earthing*

- 1) Isolated neutral system (see definition Sub-clause 3.18).
- 2) Resonant earthed system (see definition Sub-clause 3.19).
- 3) Earthed neutral system (see definition Sub-clause 3.21):
 - a) Effectively earthed neutral system.
 - b) Non-effectively earthed neutral system.

3. **Definitions**

For the purposes of this Recommendation, the definitions given below shall apply.

Some of the definitions agree with or are similar to those of Group 20 of the International Electrotechnical Vocabulary. These are indicated by the relevant I.E.V. reference numbers in brackets.

3.1 *Instrument transformer*

A transformer intended to supply measuring instruments, meters, relays and other similar apparatus (20-45-005 modified).

3.2 *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 (20-45-025).

3.3 *Primary winding*

The winding through which flows the current to be transformed.

3.4 *Secondary winding*

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

3.5 *Secondary circuit*

The external circuit supplied by the secondary winding of a transformer.

3.6 *Rated primary current*

The value of the primary current on which the performance of the transformer is based (20-45-100 modified).

3.7 *Rated secondary current*

The value of the secondary current on which the performance of the transformer is based (20-45-100 modified).

3.8 *Rapport de transformation*

Rapport entre le courant primaire et le courant secondaire (20-45-105 modifié).

3.9 *Rapport de transformation nominal*

Rapport entre le courant nominal primaire et le courant nominal secondaire (20-45-110 modifié).

3.10 *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 nominale (20-45-115 modifié).

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

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

dans laquelle K_n est le rapport de transformation nominal, I_p le courant primaire donné, I_s le courant secondaire correspondant à I_p dans les conditions de la mesure.

3.11 *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 (20-45-120 modifié).

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 centi-radians.

Note. — Cette définition n'est rigoureuse qu'en courants sinusoïdaux.

3.12 *Classe de précision*

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

3.13 *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 nominal secondaire.

3.14 *Charge de précision*

Valeur de la charge sur laquelle sont basées les conditions de précision.

3.15 *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 nominal et la charge de précision.

3.8 *Actual transformation ratio*

The ratio of the actual primary current to the actual secondary current (20-45-105 modified).

3.9 *Rated transformation ratio*

The ratio of the rated primary current to the rated secondary current (20-45-110 modified).

3.10 *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 (20-45-115 modified).

The current error expressed in percent 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 and I_s the actual secondary current when I_p is flowing, under the conditions of measurement.

3.11 *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 (20-45-120 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.

3.12 *Accuracy class*

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

3.13 *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.

3.14 *Rated burden*

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

3.15 *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.

3.16 Tension la plus élevée d'un réseau

Valeur efficace la plus élevée de la tension entre conducteurs de phase qui peut se présenter à un instant et en un point du réseau quelconques dans les conditions d'exploitation normales. Cette valeur ne tient pas compte des variations temporaires de tension dues aux défauts et à la brusque mise hors circuit de charges importantes.

Note. — L'attention est attirée sur les tableaux de la Publication 38 de la CEI: Tensions nominales des réseaux.

3.17 Niveau d'isolement nominal

Combinaison des valeurs de la tension de tenue à fréquence industrielle et de la tension de tenue aux ondes de choc, qui caractérisent l'isolation du transformateur en ce qui concerne son aptitude à résister aux contraintes diélectriques.

3.18 Réseau à neutre isolé

Réseau dans lequel il n'y a pas de connexion intentionnelle à la terre à l'exception de celles constituées par des dispositifs indicateurs, de mesure et de protection, de très grande impédance.

3.19 Réseau à neutre mis à la terre par bobine d'extinction

Réseau dont le neutre est connecté à la terre par une bobine de réactance de valeur telle que, lors d'un défaut entre un conducteur de phase et le sol, le courant inductif à la fréquence du réseau, qui traverse le défaut et la bobine, compense sensiblement la composante capacitive du courant qui traverse le défaut.

Note. — Dans le dispositif de mise à la terre par bobine d'extinction, le courant qui passe effectivement dans le défaut est suffisamment faible pour que l'arc à la terre à travers l'air ne puisse se maintenir.

3.20 Facteur de mise à la terre

Rapport, exprimé en pour-cent, de la valeur efficace de la tension la plus élevée entre un conducteur de phase sain et le sol, lors d'un défaut à la terre affectant un ou plusieurs conducteurs d'un système triphasé, à la valeur efficace de la tension entre deux conducteurs de phase en l'absence de défaut, les deux mesures se rapportant au même emplacement et la fréquence étant celle du réseau. (L'emplacement en question sera généralement le point d'installation d'un équipement.)

3.21 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 mise à la terre ne dépasse pas 80%.

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.

3.16 Highest system voltage

The highest r.m.s. line-to-line voltage which can be sustained under normal operating conditions at any time and at any point on the system. It excludes temporary voltage variations due to fault conditions and the sudden disconnection of large loads.

Note. — Attention is drawn to the tables of IEC Publication 38, Standard System Voltages.

3.17 Rated insulation level

That combination of voltage values, both power-frequency and impulse, which characterizes the insulation of a transformer with regard to its capability to withstand dielectric stresses.

3.18 Isolated neutral system

A system which has no intentional connection to earth except through indicating, measuring or protective devices of very high impedance.

3.19 Resonant earthed system (a system earthed through an arc-suppression coil)

A system earthed through a reactor, the reactance being of such value that during a single line-to-earth fault, the power-frequency inductive current passed by this reactor essentially neutralizes the power-frequency capacitive component of the earth-fault current.

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

3.20 Earthing factor

At a selected location in a three-phase system (generally the point of installation of an equipment), for a given system layout, is the ratio, expressed as a percentage, of the highest r.m.s. line-to-earth power-frequency voltage on a sound phase at the selected location during a fault to earth affecting one or more phases, to the line-to-line r.m.s. power-frequency voltage which would be obtained at the selected location with the fault removed.

3.21 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 earthing factor at this point which does not exceed 80 %.

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 one.

- b) Le neutre est *non effectivement à la terre* si, lors d'un défaut à la terre, le facteur de mise à terre est supérieur à 80 %.

3.22 *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.

3.23 *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.

3.24 *Fréquence nominale*

Valeur de la fréquence sur laquelle sont basées les prescriptions de ces recommandations.

3.25 *Courant de court-circuit nominal thermique (I_{th})*

Valeur efficace du courant primaire que le transformateur peut supporter pendant une seconde, son secondaire étant mis en court-circuit, sans qu'il subisse de dommage.

3.26 *Courant nominal dynamique (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.

3.27 *Courant d'échauffement ou courant nominal thermique continu*

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.

SECTION DEUX — CONDITIONS AUXQUELLES DOIVENT SATISFAIRE TOUS LES TRANSFORMATEURS DE COURANT

4. Valeurs normales des courants nominaux primaires

4.1 *Transformateurs à un seul rapport de transformation*

Les valeurs normales des courants primaires nominaux en ampères sont :

10 - 12,5 - 15 - 20 - 25 - 30 - 40 - 50 - 60 - 75,

- b) A system with *non-effectively earthed* neutral at a given location is a system characterized by an earthing factor at this point that may exceed 80 %.

3.22 *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.

3.23 *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.

3.24 *Rated frequency*

The value of the frequency on which the requirements of this specification are based.

3.25 *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.

3.26 *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.

3.27 *Rated continuous thermal current*

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.

SECTION TWO — RATING AND PERFORMANCE REQUIREMENTS APPLICABLE TO ALL CURRENT TRANSFORMERS

4. **Standard values of rated primary current**

4.1 *Single-ratio transformers*

The standard values of rated primary currents are:

10 - 12.5 - 15 - 20 - 25 - 30 - 40 - 50 - 60 - 75 amperes,

et leurs multiples ou sous-multiples décimaux.

Les valeurs préférées sont soulignées.

4.2 Transformateurs à plusieurs rapports de transformation

Les valeurs normales figurant au paragraphe 4.1 s'appliquent au plus petit courant nominal primaire.

5. Valeurs normales du courant nominal secondaire

Les valeurs normales du courant nominal secondaire sont 1, 2 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.

6. Valeurs normales des courants d'échauffement

Sauf indications contraires, le courant d'échauffement est égal au courant nominal primaire (voir article 28).

7. Valeurs normales des puissances de précision

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

2,5 - 5,0 - 10 - 15 et 30 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.

8. Courants de court-circuit nominaux

Les transformateurs de courant à primaire bobiné ou formé d'un seul conducteur doivent satisfaire aux prescriptions des paragraphes 8.1 et 8.2 ci-après.

8.1 Courant de court-circuit nominal thermique (I_{th})

Pour chaque transformateur, la valeur nominale du courant de court-circuit thermique devra être spécifiée (voir définition paragraphe 3.25).

8.2 Valeur normale du courant dynamique nominal (I_{dyn})

La valeur normale du courant dynamique nominal est égale 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 définition paragraphe 3.26).

9. Limites des échauffements

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 I. Ces valeurs supposent que le transformateur est destiné à fonctionner dans les conditions de service indiquées à l'article 2.

and their decimal multiples or fractions.

The preferred values are those underlined>.

4.2 *Multi-ratio transformers*

The standard values given in Sub-clause 4.1 refer to the lowest values of rated primary current.

5. **Standard values of rated secondary current**

The standard values of rated secondary current are 1, 2 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.

6. **Rated continuous thermal current**

Unless otherwise specified, the rated continuous thermal current shall be the rated primary current. (See Clause 28.)

7. **Rated outputs**

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

2.5 - 5.0 - 10 - 15 and 30 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.

8. **Short-time current ratings**

Current transformers supplied with a fixed primary winding or conductor shall comply with the requirements of Sub-clauses 8.1 and 8.2 below.

8.1 *Thermal rating*

A rated short-time thermal current (I_{th}) shall be assigned to the transformer. (See definition Sub-clause 3.25.)

8.2 *Dynamic rating*

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 definition Sub-clause 3.26.)

9. **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 I. These values are based on the service conditions given in Clause 2.

- S'il est prévu que la température de l'air ambiant pourrait dépasser les valeurs indiquées au paragraphe 2.1, l'échauffement indiqué au tableau I 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 1 000 m, les essais étant faits à une altitude inférieure à 1 000 m, les limites d'échauffement données au tableau I seront réduites dans les proportions suivantes, par 100 m d'altitude du lieu de fonctionnement au-dessus de 1 000 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 au tableau I.

TABLEAU I
Limites d'échauffement des enroulements

Classe d'isolation (suivant Publication 85 de la C E I) *	Limites d'échauffement deg C
Toutes les classes, les enroulements étant immergés dans l'huile	60
Toutes les classes, les enroulements étant noyés dans une masse isolante bitumineuse	50
Enroulements, non immergés dans l'huile ni noyés dans une masse isolante bitumineuse, des classes suivantes :	
Y	45
A	60
E	75
B	85
F	110
H	135

Note. — Pour certaines matières isolantes (par exemple résine), le constructeur doit indiquer la classe d'isolation applicable.

Lorsque le transformateur est muni d'un conservateur d'huile ou lorsque l'huile est surmontée d'un gaz inerte ou lorsque le transformateur est hermétiquement fermé, l'échauffement de l'huile à sa partie supérieure, la mesure étant effectuée dans la cuve, ne doit pas dépasser 55 deg C.

S'il n'existe aucune des dispositions précédentes, l'échauffement de l'huile à sa partie supérieure ne doit pas dépasser 50 deg C.

* Publication 85 de la CEI : Recommandations relatives à la classification des matières destinées à l'isolement des machines et appareils électriques en fonction de leur stabilité thermique en service.

- If ambient temperatures in excess of the values given in Sub-clause 2.1 are specified, the permissible temperature rise in Table I 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 1 000 m and tested at an altitude below 1 000 m, the limits of temperature rise given in Table I shall be reduced by the following amounts for each 100 m that the altitude at the operating site exceeds 1 000 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 I.

TABLE I
Limits of temperature rise of windings

Class of insulation (in accordance with I E C Publication 85) *	Maximum temperature rise deg C
All classes immersed in oil	60
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.

When the transformer is fitted with a conservator tank, has an inert gas above the oil, or is hermetically sealed, the temperature rise of the oil at the top of the tank or housing shall not exceed 55 deg C.

When the transformer is not so fitted or arranged, the temperature rise of the oil at the top of the tank or housing shall not exceed 50 deg C.

* I E C Publication 85, Recommendations for the Classification of Materials for the Insulation of Electrical Machinery and Apparatus in Relation to their Thermal Stability in Service.

L'échauffement mesuré à la surface du circuit magnétique et des autres parties métalliques en contact avec des enroulements ou des isolants, ou à leur voisinage immédiat, ne doit pas dépasser les valeurs admises pour les enroulements ou les isolants.

10. Niveaux d'isolement nominaux

Les niveaux d'isolement nominaux sont donnés dans les tableaux II A, II B ou II C.

Note. — Les tableaux II A, II B et II C sont basés sur ceux de la Publication 71 (1960) de la C E I: Recommandations pour la coordination de l'isolement.

TABLEAU II A

Série I (basée sur la pratique courante d'un groupe de pays européens)

Tension la plus élevée du réseau en kV (valeur efficace)	Tension de tenue d'une minute, à la fréquence industrielle en kV (valeur efficace)	Tension de tenue aux ondes de choc en kV (valeur de crête)
0,6	3	—
1,2	6	—
2,4	11	—
3,6	16	45
7,2	22	60
12	28	75
17,5	38	95
24	50	125
36	70	170
52	95	250
72,5	140	325

TABLEAU II B

Série II (basée sur la pratique courante aux Etats-Unis et au Canada)

Tension la plus élevée du réseau en kV (valeur efficace)	Tension de tenue d'une minute, à la fréquence industrielle en kV (valeur efficace)	Tension de tenue aux ondes de choc en kV (valeur de crête)	
		Réseau de puissance	
		Inférieure ou égale à 500 kVA	Supérieure à 500 kVA
0,6	4	10	10
1,2	10	30	30
2,75	15	45	60
5,5	19	60	75
9,52	26	75	95
15,5	34	95	110
25,8	50	150	
38	70	200	
43,3	95	250	
72,5	140	350	

The temperature rise measured on the external surface of the core and other metallic parts where in contact with, or adjacent to, insulation shall not exceed the appropriate value in Table I.

10. Rated insulation levels

The rated insulation level shall be one of the standard levels corresponding to the appropriate highest system voltage as given in Tables II A, II B, or II C.

Note. — Tables II A, II B and II C are based on the tables of standard insulation levels given in I E C Publication 71 (1960), Recommendations for Insulation Co-ordination.

TABLE II A

Series I (based on current practice of a group of European Countries)

Highest system voltage kV (r.m.s.)	One-minute power frequency withstand voltage kV (r.m.s.)	Impulse withstand voltage kV (peak)
0.6	3	—
1.2	6	—
2.4	11	—
3.6	16	45
7.2	22	60
12	28	75
17.5	38	95
24	50	125
36	70	170
52	95	250
72.5	140	325

TABLE II B

Series II (based on current practice in the U.S.A. and Canada)

Highest system voltage kV (r.m.s.)	One-minute power frequency withstand voltage kV (r.m.s.)	Impulse withstand voltage kV (peak)	
		Power systems	
		500 kVA and below	Above 500 kVA
0.6	4	10	10
1.2	10	30	30
2.75	15	45	60
5.5	19	60	75
9.52	26	75	95
15.5	34	95	110
25.8	50	150	
38	70	200	
43.3	95	250	
72.5	140	350	

TABLEAU II C

Tension la plus élevée du réseau en kV (valeur efficace)	Tension de tenue d'une minute à fréquence industrielle en kV (valeur efficace)		Tension de tenue aux ondes de choc en kV (valeur de crête)	
	Pleine isolation	Isolation réduite	Pleine isolation	Isolation réduite
100	185	150	450	380
123	230	185	550	450
145	275	230	650	550
170	325	275	750	650
245	460	395 ou 360	1 050	900 ou 825
300	—	510 ou 460	—	1 175 ou 1 050
362	—	570 ou 510	—	1 300 ou 1 175
420	—	680 ou 630	—	1 550 ou 1 425
525	—	740 ou 680	—	1 675 ou 1 550

Note. — Pour les valeurs supérieures à 72,5 kV de la tension la plus élevée du réseau, le tableau II C indique une valeur de *pleine isolation* et une *d'isolation réduite*.

Les valeurs de *pleine isolation* sont applicables aux transformateurs de courant destinés aux réseaux dont le neutre est isolé, ou mis à la terre par bobine d'extinction ou non effectivement mis à la terre.

Les valeurs *d'isolation réduite* sont applicables aux transformateurs de courant destinés aux réseaux ayant leur point neutre mis effectivement à la terre.

Lorsqu'un choix est laissé entre les tensions d'essai, ce choix appartient à l'utilisateur.

SECTION TROIS — ESSAIS — GÉNÉRALITÉS

11. Classification des essais

Les essais prévus dans la présente recommandation se classent en essais de type et essais individuels.

Les essais individuels sont ceux auxquels on soumet tous les transformateurs.

Les essais de type sont ceux auxquels on ne soumet qu'un seul ou un petit nombre de transformateurs de chaque modèle.

12. Essais individuels

Les essais individuels suivants seront effectués dans l'ordre ci-après :

- Vérification du marquage des bornes (voir article 14).
- Essais diélectriques à la fréquence industrielle des enroulements primaires (voir article 15).
- Essais diélectriques à la fréquence industrielle des enroulements secondaires (voir article 16).
- Essais de surtension entre spires (voir article 17).

TABLE II C

Highest system voltage kV (r.m.s.)	One-minute power-frequency withstand voltage kV (r.m.s.)		Impulse withstand voltage kV (peak)	
	Full insulation	Reduced insulation	Full insulation	Reduced insulation
100	185	150	450	380
123	230	185	550	450
145	275	230	650	550
170	325	275	750	650
245	460	395 or 360	1 050	900 or 825
300	—	510 or 460	—	1 175 or 1 050
362	—	570 or 510	—	1 300 or 1 175
420	—	680 or 630	—	1 550 or 1 425
525	—	740 or 680	—	1 675 or 1 550

Note. — For highest system voltages above 72.5 kV, the insulation levels in Table II C contain alternative test voltage values for *full* and *reduced insulation*.

Full insulation values are intended for current transformers for use on systems having neutral isolated, resonant earthed or non-effectively earthed.

Reduced insulation values are intended for current transformers for use on systems having effectively earthed neutrals.

Where there is a choice between test voltage values, the test voltage to be used is a matter for the user to decide.

SECTION THREE — TESTS — GENERAL

11. Classification of tests

The tests specified in this Recommendation are classified as type tests or routine tests.

Routine tests are those tests to which all transformers are to be subjected.

Type tests are tests performed only on a single transformer, or on a few transformers, of each type.

12. Routine tests

The following routine tests shall be made in the order shown :

- Verification of terminal markings (see Clause 14).
- Power-frequency tests on primary windings (see Clause 15).
- Power-frequency tests on secondary windings (see Clause 16).
- Over-voltage inter-turn tests (see Clause 17).

- e) Détermination des erreurs comme indiqué dans le deuxième chapitre (section neuf) ou le troisième chapitre selon le type de l'appareil.

13. Essais de type

Les essais de type sont :

- a) Les essais en court-circuit (voir article 19).
- b) L'essai d'échauffement (voir article 20).
- c) La vérification de la tenue aux ondes de choc (voir article 21) pour les transformateurs en situation exposée.

Note. — Un transformateur soumis aux essais de type de l'article 13 sera soumis aussi à tous les essais individuels de l'article 12.

SECTION QUATRE — ESSAIS INDIVIDUELS

14. Vérification du marquage des bornes

Cet essai consiste à vérifier que le marquage des bornes est correct (voir article 22).

15. Essais diélectriques à fréquence industrielle des enroulements primaires

L'isolation des enroulements primaires doit pouvoir supporter pendant 1 minute la tension de tenue à la fréquence industrielle correspondant à la tension la plus élevée du réseau et au niveau d'isolement spécifié et indiqué dans l'un des tableaux II A, II B ou II C (pages 26 et 28).

La tension d'essai doit être alternative, de forme pratiquement sinusoïdale et de fréquence comprise entre 25 et 100 Hz. Elle sera évaluée par sa valeur de crête divisée par $\sqrt{2}$.

La tension d'essai sera appliquée entre l'enroulement primaire et la terre, à laquelle sont reliés le (ou les) enroulement(s) secondaire(s), le bâti, la cuve (s'il en existe une) et le circuit magnétique, si celui-ci est destiné à être mis à la terre.

On doit partir d'une valeur suffisamment faible de la tension et l'augmenter aussi rapidement que le permet sa mesure et elle doit être maintenue pendant 1 minute à la valeur prescrite. Elle sera ensuite ramenée rapidement à une faible valeur avant d'être supprimée.

Si l'enroulement primaire est subdivisé en deux ou en plusieurs sections, chaque section doit pouvoir supporter pendant 1 minute une tension d'essai de 2 kV (valeur efficace) appliquée entre elle et toutes les autres sections et enroulements reliés entre eux, au bâti, à la cuve (s'il en existe une) et à la terre.

16. Essais diélectriques à fréquence industrielle des enroulements secondaires

L'isolation des enroulements secondaires doit pouvoir supporter pendant 1 minute une tension d'essai de 2 kV (valeur efficace). La tension d'essai doit être alternative, de forme pratiquement sinusoïdale et de fréquence comprise entre 25 et 100 Hz.

La tension d'essai sera appliquée entre l'enroulement secondaire et la terre, à laquelle sont reliés le (ou les) enroulement(s) primaires(s), le bâti, la cuve (s'il en existe une) et le circuit magnétique, si celui-ci est destiné à être mis à la terre.

- e) Determination of errors according to the requirements of the appropriate accuracy class (see Section Nine and/or the appropriate clauses in Chapter III).

13. Type tests

Type tests are :

- a) Short-time current tests (see Clause 19).
- b) Temperature-rise test (see Clause 20).
- c) Impulse voltage tests for current transformers for service in exposed installations (see Clause 21).

Note. — Transformers subjected to the type tests of Clause 13 shall also be subjected to all the routine tests of Clause 12.

SECTION FOUR — ROUTINE TESTS

14. Verification of terminal markings

It shall be verified that the terminal markings are correct (see Clause 22).

15. Power-frequency tests on primary windings

The power-frequency test voltage shall be the appropriate value in Tables II A, II B or II C (pages 27 and 29) according to the highest system voltage and the specified insulation level.

The test voltage shall be of substantially sinusoidal waveform and of any convenient frequency between 25 and 100 Hz (c/s). The evaluated voltage shall be the measured peak value divided by $\sqrt{2}$.

The test voltage shall be applied between the terminals of the primary winding connected together and earth; the frame, case (if any), core (if intended to be earthed) and all terminals of the secondary winding being connected together and to earth.

The voltage shall be increased from a relatively low value to its full value as rapidly as is consistent with its measurement. The full test voltage shall be maintained for 1 minute and then rapidly reduced to a relatively low value before being switched off.

When the primary winding is divided into two or more sections, each section shall withstand for 1 minute a test voltage of 2 kV r.m.s. applied between it and all other sections and windings connected together and to frame, case (if any) and earth.

16. Power-frequency tests on secondary windings

The secondary winding insulation shall withstand for 1 minute a test voltage of 2 kV r.m.s. which shall be of substantially sinusoidal waveform and of any convenient frequency between 25 and 100 Hz (c/s).

The test voltage shall be applied between the terminals of the secondary winding connected together and earth; the frame, case (if any), core (if intended to be earthed) and all terminals of the primary winding being connected together and to earth.

Si l'enroulement secondaire comporte deux ou plusieurs sections, chaque section doit pouvoir supporter pendant 1 minute une tension d'essai de 2 kV (valeur efficace), appliquée entre elle et toutes les autres sections et enroulements reliés entre eux, au bâti, à la cuve (s'il en existe une) et à la terre.

Note. — Pour les transformateurs ayant un grand nombre de spires au secondaire, il serait désirable de prévoir des tensions d'essai plus élevées que 2 kV.

17. Essai de surtension entre spires

Le constructeur peut choisir entre les deux essais *a)* et *b)* ci-dessous :

- a)* Le secondaire étant à circuit ouvert, on fait passer dans l'enroulement primaire, pendant 1 minute, un courant de fréquence nominale dont la valeur est la plus petite de celles fixées par l'une ou par l'autre des deux conditions suivantes :
- la valeur efficace du courant est égale au courant nominal primaire (ou au courant limite de la gamme des courants dans le cas des transformateurs à gamme étendue, voir article 28);
 - la valeur de crête de la tension induite aux bornes du circuit secondaire est de 3,5 kV.
- b)* L'enroulement primaire étant ouvert, on applique à l'enroulement secondaire, pendant 1 minute, une tension de fréquence nominale et dont la valeur est la plus petite de celles fixées par l'une ou par l'autre des deux conditions suivantes :
- la valeur efficace du courant secondaire est égale au courant secondaire nominal (ou au courant secondaire correspondant à la limite de la gamme des courants dans le cas des transformateurs à gamme étendue, voir article 28);
 - la valeur de crête de la tension appliquée aux bornes secondaires est de 3,5 kV.

Note. — Cet essai n'est pas destiné à reproduire les conditions de service du transformateur à circuit secondaire ouvert, mais seulement à contrôler que l'isolement entre spires est suffisant : c'est pourquoi les formes d'onde du courant et de la tension ne sont pas spécifiées.

Le fonctionnement en service à secondaire ouvert, en particulier lorsque l'enroulement secondaire comporte un grand nombre de spires, peut amener des conditions dangereuses et doit donc être évité.

SECTION CINQ — ESSAIS DE TYPE

18. Généralités

L'exécution des essais de type peut être omise si le constructeur présente des certificats d'essais de transformateurs de même modèle acceptables pour l'acheteur.

19. Essais de résistance aux courants de court-circuit nominaux

Avant chaque essai au courant I_{th} de court-circuit thermique, le transformateur doit avoir une température comprise entre 17 °C et 27 °C.

L'essai thermique doit être effectué avec le (les) circuit(s) secondaire(s) en court-circuit et en faisant passer dans l'enroulement primaire un courant de valeur efficace I pendant un temps t , tel que la grandeur (I^2t) soit au moins égale à $(I_{th})^2$ et que la valeur de t soit comprise entre 0,5 et 5 secondes.

When there is more than one secondary winding or section, each winding or section shall withstand for 1 minute a test voltage of 2 kV r.m.s. applied between it and all other windings and sections connected together and to the frame, case (if any) and earth.

Note. — For transformers having a large number of secondary turns, higher test voltages than those specified may be desirable.

17. Over-voltage inter-turn test

The manufacturer shall select the test from *a)* or *b)* below :

- a)* With the secondary winding open-circuited, a voltage at rated frequency shall be applied for 1 minute to the primary winding. The value of voltage shall be such as to produce a primary current of r.m.s. value equal to the rated primary current (in the case of a current transformer with an extended range (see Clause 28), a current equal to the extended range primary current) or a value which corresponds to a secondary voltage of 3.5 kV peak, whichever be the lower.
- b)* With the primary winding open-circuited a voltage at rated frequency shall be applied for 1 minute to the secondary winding. The value of the voltage shall be such as to produce a secondary current of r.m.s. value equal to the rated secondary current (in the case of a current transformer with extended range (see Clause 28), a current equal to the extended range secondary current) or a value of 3.5 kV peak, whichever be the lower.

Note. — This test is not intended to reproduce service conditions with the secondary windings open-circuited, but only to indicate that the inter-turn insulation is sound, and for this reason the wave shapes of the voltage and the current are not specified.

Open-circuiting of secondary windings in service, particularly when they have a large number of turns, may produce dangerous conditions and must therefore be avoided.

SECTION FIVE — TYPE TESTS

18. General

Type tests may be omitted when the manufacturer holds certificates of type tests on a similar transformer which are acceptable to the purchaser.

19. Short-time current tests

For the thermal short-time current I_{th} test, the transformer shall initially be at a temperature between 17 °C and 27 °C.

This test shall be made with the secondary winding(s) short circuited and at a current I for a time t , such that (I^2t) is not less than $(I_{th})^2$ and provided t has a value between 0.5 and 5 seconds.

L'essai dynamique doit être effectué aussi avec le (les) circuit(s) secondaire(s) en court-circuit avec un courant tel que la valeur de la première crête soit au moins égale au courant nominal dynamique I_{dyn} , et en faisant passer ce courant pendant un temps suffisant pour obtenir (ou dépasser) la première crête.

L'essai dynamique peut être combiné avec l'essai thermique pour autant que la première crête du courant ne soit pas inférieure au courant nominal dynamique (I_{dyn}).

On considère que le transformateur a subi ces essais avec succès si, après avoir été ramené à la température de l'air ambiant (comprise entre 10 °C et 30 °C), il satisfait aux conditions suivantes :

- a) il n'est pas endommagé de manière apparente;
- b) ses erreurs après désaimantation ne diffèrent pas de celles relevées avant l'essai de plus de 50 % des limites correspondant à sa classe de précision;
- c) il est capable de supporter les essais diélectriques prescrits dans les articles 15, 16 et 17 sous des tensions ou des courants d'essai égaux à 90 % de ceux indiqués;
- d) un examen de l'isolation jusqu'à la surface du conducteur ne doit révéler aucune détérioration sensible (par exemple une carbonisation).

Ce dernier examen n'est pas exigé si la densité du courant pour le courant nominal thermique (I_{th}) ne dépasse pas 160 A/mm², l'enroulement étant en cuivre de conductivité au moins égale à 97 % de la valeur indiquée dans la Publication 28 de la C E I : Spécification internationale d'un cuivre-type recuit.

Note. — L'expérience a montré qu'en service les prescriptions concernant le courant thermique sont généralement satisfaites pour une isolation de classe A, si la densité du courant dans l'enroulement primaire correspondant au courant thermique nominal ne dépasse pas 180 A/mm², l'enroulement étant en cuivre de conductivité au moins égale à 97 % de la valeur indiquée dans la Publication 28 de la C E I. En conséquence, la vérification que cette condition est satisfaite peut remplacer l'essai précédent, s'il en est ainsi convenu entre le constructeur et l'acheteur.

20. Essai d'échauffement

Un essai doit être fait pour vérifier la conformité aux prescriptions de l'article 9. On admet, dans cet essai, que le transformateur a atteint sa température de régime lorsque la température mesurée n'augmente plus d'une quantité supérieure à 1 deg C par heure.

La température de l'air ambiant pendant l'essai doit être comprise entre 10 °C et 30 °C.

Pour cet essai, les transformateurs doivent être montés d'une manière analogue au montage en service.

L'échauffement des enroulements doit être mesuré par variation de résistance, exception faite des enroulements de faible résistance pour lesquels un couple thermoélectrique peut être utilisé.

L'échauffement des éléments autres que les enroulements est mesuré à l'aide de thermomètres ou de couples thermoélectriques.

21. Essais aux ondes de choc

L'isolation du circuit primaire des transformateurs de courant destinés à être employés en situation exposée doit être capable de supporter les essais aux ondes de choc prévues aux tableaux II A, II B ou II C (pages 26 et 28) correspondant à la tension la plus élevée du réseau et au niveau d'isolement spécifié.

La forme de l'onde sera celle de l'onde normale indiquée dans la Publication 60 de la C E I : Essais à haute tension, et elle sera appliquée entre l'enroulement primaire et la terre. L'enroulement primaire

The dynamic test shall be made with the secondary winding(s) short-circuited and with a primary current the peak value of which is not less than the rated dynamic current (I_{dyn}) for at least one peak.

The dynamic test may be combined with the thermal test above provided the first major peak current of that test is not less than the rated dynamic current (I_{dyn}).

The transformer shall be deemed to have passed these tests if, after cooling to ambient temperature (between 10 °C and 30 °C), it satisfies the following requirements:

- a) it is not visibly damaged;
- b) its errors after demagnetisation do not differ from those recorded before the tests by more than half the limits of error appropriate to its accuracy class;
- c) it withstands the dielectric tests specified in Clauses 15, 16 and 17 but with the test voltages or currents reduced to 90% of those given;
- d) on examination, the insulation next to the surface of the conductor does not show significant deterioration (e.g. carbonization).

The examination d) is not required if the current density in the primary winding, corresponding to the rated short-time thermal current, does not exceed 160 A/mm² where the winding is of copper of conductivity not less than 97% of the value given in I E C Publication 28, International Standard of Resistance of Copper.

Note. — Experience has shown that in service the requirements for thermal rating are generally fulfilled in the case of Class A insulation provided that the current density in the primary winding, corresponding to the rated short-time current, does not exceed 180 A/mm², where the winding is of copper of a conductivity not less than 97% of the value given in I E C Publication 28. Consequently, compliance with this requirement may take the place of tests, if agreed between manufacturer and purchaser.

20. Temperature-rise test

A test shall be made to prove compliance with the requirements of Clause 9. For the purpose of this test, current transformers shall be deemed to have attained a steady temperature when the rate of temperature rise does not exceed 1 deg C per hour.

The test-site ambient temperature may be between 10 °C and 30 °C.

For the test the transformers shall be mounted in a manner representative of the mounting in service.

The temperature rise of windings shall, when practicable, be measured by the increase in resistance method, but for windings of very low resistance thermocouples may be employed.

The temperature rise of parts other than windings may be measured by thermometers or thermocouples.

21. Impulse voltage tests

The primary insulation of current transformers for service in exposed installations shall be capable of withstanding the appropriate impulse test voltage in Tables II A, II B or II C (pages 27 and 29) according to the highest system voltage and the specified insulation level.

The shape of the test wave shall be that of the standard impulse voltage in accordance with I E C Publication 60, High-voltage Test Techniques, and the test waves shall be applied between the primary

sera court-circuité, le (les) enroulement(s) secondaire(s) également court-circuité(s) et connecté(s) au châssis, à la cuve (s'il y en a une), et à la terre.

On applique 5 ondes de choc consécutives. S'il ne se produit aucun contournement extérieur, aucun amorçage interne ni aucune perforation, l'essai est considéré comme satisfaisant. S'il se produit une perforation ou un amorçage interne ou si deux au moins des 5 ondes de choc provoquent un contournement extérieur, le transformateur ne satisfait pas aux essais. Si une seule de ces 5 ondes de choc produit un contournement extérieur, le transformateur est soumis à une seconde série de 5 autres ondes de choc et l'essai est considéré comme satisfaisant s'il ne se produit ni contournement extérieur, ni amorçage interne, ni perforation.

Le transformateur doit être capable de supporter des tensions de choc des deux polarités, positive et négative, mais, s'il n'existe aucun doute sur la polarité la plus dangereuse, on ne fera l'essai qu'avec cette polarité.

La valeur de crête et la forme d'onde de la première et la dernière onde de choc de chaque groupe de cinq, seront enregistrées au moyen d'un oscillographe cathodique.

SECTION SIX — MARQUAGE

22. Marquage des bornes — Règles générales

Les marquages des bornes permettent d'identifier :

- a) les enroulements primaire et secondaire;
- b) les sections de chaque enroulement, lorsqu'il est divisé en sections;
- c) les polarités relatives des enroulements et des sections d'enroulement;
- d) les sorties intermédiaires, s'il en existe.

22.1 Mode de marquage

Les bornes doivent être marquées d'une façon claire et indélébile, sur leur surface ou dans leur voisinage immédiat.

Les marques doivent être formées de lettres majuscules suivies ou, si nécessaire, précédées de chiffres.

winding and earth. The primary winding shall be short-circuited and the secondary winding(s) also shall be short-circuited and connected to the frame, case (if any) and earth.

Five consecutive impulse voltage waves shall be applied. If a flashover or puncture does not occur the current transformer shall have passed the test. If puncture or internal flashover occurs or if two or more of the applied waves cause flashover through air, the current transformer shall have failed the test. If one of the waves causes flashover through air, 5 additional waves shall be applied. If flashover or puncture does not occur on any of these additional 5 waves, the current transformer shall have passed the test.

The current transformer shall be capable of withstanding impulse voltages of both positive and negative polarities, but where there is no doubt which polarity is the more onerous it shall be sufficient to test with that polarity only.

The peak value and waveshape of the impulse voltages shall be recorded by means of a cathode-ray oscillograph for the first and last of each group of five waves.

SECTION SIX — MARKING

22. Terminal markings — General rules

The terminal markings shall identify:

- a) the primary and secondary windings;
- b) the winding sections, if any;
- c) the relative polarities of windings and winding sections;
- d) the intermediate tapings, if any.

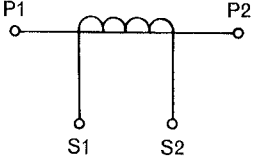
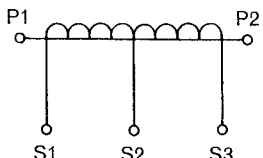
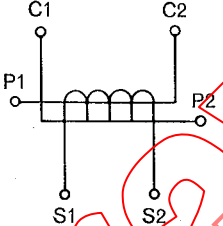
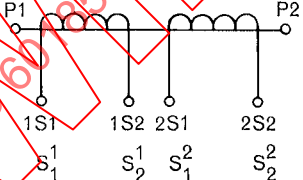
22.1 *Method of marking*

The terminals shall be marked clearly and indelibly either on their surface or in their immediate vicinity.

The marking shall consist of letters followed, or preceded where necessary, by numbers. The letters shall be in block capitals.

22.2 Marques à employer

Les marques des bornes des transformateurs de courant sont indiquées dans le tableau suivant :

Bornes du primaire		
Bornes du secondaire	FIG. 1. — Transformateur à un seul rapport de transformation.	FIG. 2. — Transformateur avec une sortie intermédiaire au secondaire.
Bornes du primaire		
Bornes du secondaire	FIG. 3. — Transformateur à 2 sections dans l'enroulement primaire, pour montage série-parallèle.	FIG. 4. — Transformateurs à 2 enroulements secondaires; chacun sur un noyau magnétique propre. (Deux variantes pour les bornes secondaires.)

22.3 Indications relatives à la polarité des bornes

Les bornes marquées P1, S1, C1, doivent avoir, à tout instant, la même polarité.

23. Marquage des plaques signalétiques

Tous les transformateurs de courant doivent porter au moins les indications suivantes :

- le nom du constructeur ou une indication permettant de l'identifier facilement;
- le numéro de série ou l'indication du type ou de préférence les deux;
- le rapport de transformation nominal, sous la forme :

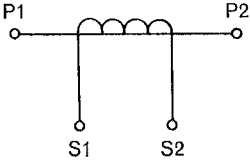
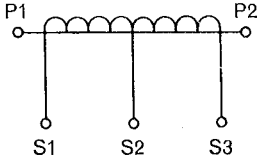
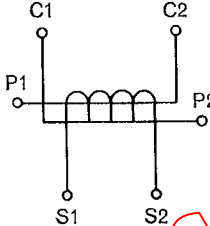
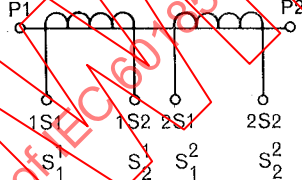
$$K_n = I_{pn}/I_{sn} \text{ A (exemple : } K_n = 100/5 \text{ A);}$$

- la fréquence nominale (exemple : 50 Hz);
- la puissance de précision et la classe de précision correspondante, éventuellement combinées avec des informations complémentaires (voir article 32);

Note. — Le cas échéant, l'ordre du circuit secondaire sera indiqué (exemple: 1S, 15VA, Classe 0,5; 2S, 30VA, Classe 1).

22.2 Markings to be used

The markings of current transformer terminals shall be as indicated in the following Table:

Primary terminals		
Secondary terminals	FIG. 1. — Single ratio transformer.	FIG. 2. — Transformer with an intermediate tapping on secondary winding.
Primary terminals		
Secondary terminals	FIG. 3. — Transformer with primary winding in 2 sections intended for connections either in series or in parallel.	FIG. 4. — Transformer with 2 secondary windings; each with its own magnetic core. (Two alternative markings for the secondary terminals.)

22.3 Indication of relative polarities

All the terminals marked P1, S1 and C1 shall have the same polarity at the same instant.

23. Rating plate markings

All current transformers shall carry at least the following markings:

- the manufacturer's name or other mark by which he may be readily identified;
- a serial number or a type designation, preferably both;
- the rated primary and secondary current, i.e.:

$$K_n = I_{pn}/I_{sn} \text{ A (e.g. } K_n = 100/5 \text{ A);}$$

- the rated frequency (e.g. 50 Hz (c/s));
- the rated output and the corresponding accuracy class, together with additional information specified in later parts of these recommendations (see Clause 32);

Note. — Where appropriate the category of secondary winding should be marked (e.g. 1S, 15VA, Class 0.5; 2S, 30VA, Class 1).

- f) la tension la plus élevée du réseau (exemple : 38 kV ou 145 kV);
- g) le niveau d'isolement nominal (exemple : 70/— kV* ou 275/650 kV).

Notes 1. — Les indications f) et g) peuvent être combinées en une seule (on écrira par exemple : 38/70/— kV* ou 145/275/650 kV).

* 2. — Un tiret indique l'absence de tension d'essai aux ondes de choc.

Les indications doivent être marquées de façon indélébile sur le transformateur de courant lui-même ou sur une plaque fixée rigidement sur le transformateur.

De plus, les indications suivantes seront marquées sur la plaque signalétique, si l'on dispose d'assez de place :

- h) le courant de court-circuit nominal thermique (I_{th}) et le courant dynamique correspondant, si celui-ci diffère de $2,5 I_{th}$ (par exemple : 13 kA ou 13/40 kA);
- i) la classe d'isolation si elle est autre que la classe A;

Note. — Si on utilise des isolants de plusieurs classes, on indiquera celui qui limite l'échauffement.

- k) pour les transformateurs à deux enroulements secondaires, l'utilisation de chacun de ces enroulements et des bornes correspondantes.

- f) the highest system voltage (e.g. 38 kV or 145 kV);
- g) the rated insulation level (e.g. 70/— kV* or 275/650 kV).

Notes 1. — The two items f) and g) may be combined into one marking (e.g. 38/70/— kV* or 145/275/650 kV).

* 2. — A dash indicates absence of an impulse voltage level.

All information shall be marked in an indelible manner on the current transformer itself or on a rating plate securely attached to the transformer.

In addition, the following information shall be marked whenever space is available:

- h) the rated short-time thermal current and the rated dynamic current if it differs from 2.5 times the rated short-time thermal current (e.g. 13 kA or 13/40 kA);
- i) the class of insulation, if different from class A;

Note. — If several classes of insulating material are used, the one which limits the temperature rise of the windings should be indicated.

- k) on transformers with two secondary windings, the use of each winding and its corresponding terminals.

CHAPITRE II — PRESCRIPTIONS COMPLÉMENTAIRES CONCERNANT LES TRANSFORMATEURS DE COURANT POUR MESURES

SECTION SEPT — GÉNÉRALITÉS

24. Domaine d'application

Le présent chapitre de la recommandation comprend les prescriptions et les essais qui complètent, en ce qui concerne les transformateurs pour mesures, ceux indiqués dans le premier chapitre.

25. Définitions

25.1 Transformateur de courant pour mesures

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

25.2 Courant nominal de sécurité (pour les appareils de mesure) (I_{ps})

Valeur du courant primaire (I_{ps}) indiquée par le constructeur comme étant la plus faible pour laquelle la valeur efficace du courant secondaire (I_{ss}) multipliée par le rapport de transformation nominal (K_n) ne dépasse pas 0,9 fois la valeur efficace du courant primaire, la charge secondaire étant égale à la charge de précision.

On peut donc écrire:

$$K_n I_{ss} \leq 0,9 I_{ps}.$$

25.3 Facteur de sécurité (pour les appareils de mesure) (F_s)

Rapport entre le courant nominal de sécurité (I_{ps}) et le courant nominal primaire (I_{pn}).

On a donc:

$$F_s = \frac{I_{ps}}{I_{pn}}.$$

Note. — La sécurité des appareils alimentés par le transformateur est d'autant plus grande, en cas de court-circuit dans le réseau dans lequel est intercalé l'enroulement primaire, que le facteur F_s est plus petit.

La présente recommandation ne fixe pas de valeurs normales pour F_s ; mais une limite supérieure de ce facteur pourra être fixée par convention entre le constructeur et l'acheteur.

SECTION HUIT — EXIGENCES CONCERNANT LA PRÉCISION

26. Classe de précision d'un transformateur de courant pour mesures — Indice de classe

La classe de précision d'un transformateur de courant pour mesures est caractérisée par un nombre (*indice de classe*) égal à la limite supérieure de l'erreur de courant, exprimée en pour-cent, pour le courant nominal primaire et la charge de précision.

26.1 Classes de précision normales

Les classes de précision normales des transformateurs de courant pour mesures sont:

$$0,1 — 0,2 — 0,5 — 1 — 3 — 5.$$

CHAPTER II - ADDITIONAL REQUIREMENTS FOR MEASURING CURRENT TRANSFORMERS

SECTION SEVEN — GENERAL

24. Scope

This chapter of the Recommendation covers the requirements and tests, in addition to those in Chapter I, that are necessary for current transformers for use with electrical measuring instruments.

25. Definitions

25.1 *Measuring current transformer*

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

25.2 *Rated instrument security current (I_{ps})*

The value of current assigned by the manufacturer as the lowest primary current (I_{ps}) at which the r.m.s. value of the secondary current (I_{ss}) multiplied by the rated transformation ratio (K_n) does not exceed 0.9 times the value of the primary current, the secondary burden being equal to the rated burden.

This may be expressed by the formula:

$$K_n I_{ss} \leq 0.9 I_{ps}.$$

25.3 *Instrument security factor (F_s)*

The ratio of the rated instrument security current (I_{ps}) to the rated primary current (I_{pn}) as expressed by the formula:

$$F_s = \frac{I_{ps}}{I_{pn}}.$$

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

Standard values of F_s are not given in this Recommendation and the maximum value of F_s should be agreed between the manufacturer and the purchaser.

SECTION EIGHT — ACCURACY REQUIREMENTS

26. Accuracy class designation

For measuring current transformers the accuracy class is designated by the highest permissible percentage current error at rated current prescribed for the accuracy class concerned.

26.1 *Standard accuracy classes*

The standard accuracy classes for measuring current transformers are:

$$0.1 — 0.2 — 0.5 — 1 — 3 — 5.$$

27. Limites de l'erreur de courant et du déphasage des transformateurs de courant pour mesures

Pour les transformateurs des classes de précision 0,1 - 0,2 - 0,5 et 1, l'erreur de courant et le déphasage, à la fréquence nominale, ne doivent pas dépasser les valeurs du tableau III, lorsque la charge secondaire est comprise entre 25 % et 100 % de la charge de précision.

Pour les transformateurs des classes 3 et 5, l'erreur de courant à la fréquence nominale ne doit pas dépasser les valeurs du tableau IV lorsque la charge secondaire est comprise entre 50 % et 100 % de la charge de précision.

Dans tous les cas, la charge employée doit être inductive avec un facteur de puissance de 0,8, sauf si elle absorbe une puissance inférieure à 5 VA; dans ce cas son facteur de puissance sera l'unité. En aucun cas la charge ne sera inférieure à 1 VA.

TABLEAU III

Limites de l'erreur

Classe de précision	Erreur de courant (erreur de rapport) en pour-cent, $\pm$, pour les valeurs du courant exprimées en pour-cent du courant nominal				Déphasage, $\pm$, pour les valeurs du courant exprimées en pour-cent du courant nominal							
					minutes				centiradians			
	10	20	100	120	10	20	100	120	10	20	100	120
0,1	0,25	0,2	0,1	0,1	10	8	5	5	0,3	0,24	0,15	0,15
0,2	0,5	0,35	0,2	0,2	20	15	10	10	0,6	0,45	0,3	0,3
0,5	1,0	0,75	0,5	0,5	60	45	30	30	1,8	1,35	0,9	0,9
1	2,0	1,5	1,0	1,0	120	90	60	60	3,6	2,7	1,8	1,8

TABLEAU IV

Limites de l'erreur

Classe de précision	Erreur de courant (erreur de rapport) en pour-cent, $\pm$, pour les valeurs du courant exprimées en pour-cent du courant nominal	
	50	120
3	3	3
5	5	5

Il n'est imposé aucune limite de déphasage pour les classes 3 et 5.

28. Transformateurs à gamme étendue

Un transformateur de courant des classes 0,1 à 1 sera considéré comme possédant une gamme étendue en courant, s'il satisfait aux deux conditions suivantes :

27. Limits of current error and phase displacement

For Classes 0.1 to 1 the current error and phase displacement at rated frequency shall not exceed the values given in Table III when the secondary burden is any value from 25% to 100% of the rated burden.

For Class 3 and Class 5, the current error at rated frequency shall not exceed the values given in Table IV when the secondary burden is any value from 50% to 100% of the rated burden.

The secondary burden used for test purposes shall have a power-factor of 0.8 lagging except that when the burden is less than 5 VA, a power-factor of 1.0 shall be used. In no case shall the test burden be less than 1 VA.

TABLE III
Limits of error

Class	± Percentage current (ratio) error at percentage of rated current shown below				± Phase displacement at percentage of rated current shown below							
					minutes				centiradians			
	10	20	100	120	10	20	100	120	10	20	100	120
0.1	0.25	0.2	0.1	0.1	10	8	5	5	0.3	0.24	0.15	0.15
0.2	0.5	0.35	0.2	0.2	20	15	10	10	0.6	0.45	0.3	0.3
0.5	1.0	0.75	0.5	0.5	60	45	30	30	1.8	1.35	0.9	0.9
1	2.0	1.5	1.0	1.0	120	90	60	60	3.6	2.7	1.8	1.8

TABLE IV
Limits of error

Class	± Percentage current (ratio) error at percentage of rated current shown below	
	50	120
3	3	3
5	5	5

Limits of phase displacement are not specified for Class 3 and Class 5.

28. Extended current rating

Current transformers of accuracy Classes 0.1 to 1 may be marked as having an extended current rating provided they comply with the following two requirements:

- a) Son courant d'échauffement est porté à la valeur indiquée comme limite de la gamme des courants, laquelle est exprimée en pour-cent du courant primaire nominal.
- b) Dans le tableau III, la valeur supérieure du courant est remplacée par la limite précitée, au cas où celle-ci diffère des 120 % du courant primaire nominal.

Les valeurs normales des courants d'échauffement pour les transformateurs à gamme étendue sont 120 %, 150 % et 200 % du courant primaire nominal.

SECTION NEUF — ESSAIS CONCERNANT LA PRÉCISION

29. Essais de type

Les essais de type destinés à prouver la conformité des transformateurs de classes de précision 0,1 à 1 aux prescriptions de l'article 27 seront exécutés pour toutes les valeurs indiquées dans le tableau III avec les charges de 25 % et de 100 % de la charge de précision (sous la réserve du minimum de 1 VA).

Pour les transformateurs à gamme étendue, les essais prévus au tableau III pour 120 % seront exécutés au courant d'échauffement.

Pour les transformateurs de classes 3 et 5, les essais seront exécutés pour les valeurs de courant du tableau IV avec les charges 50 % et 100 % de la charge nominale (sous la réserve du minimum de 1 VA).

30. Essais individuels

Les essais individuels seront en principe les mêmes que les essais de type prévus à l'article 29; ils pourront toutefois être effectués avec un nombre réduit de courants et/ou de charges, s'il résulte d'un essai de type sur un modèle analogue que ce nombre suffit pour conclure que le transformateur satisfait aux conditions de l'article 27.

31. Courant nominal de sécurité

Pour vérifier la valeur du courant nominal de sécurité (essais de type) on peut se servir de deux ampèremètres dont l'un mesurera le courant primaire et l'autre le courant secondaire. La charge utilisée pour l'essai (ampèremètre compris) étant égale à la charge de précision, on amène le courant primaire à la valeur nominale de sécurité (I_{ps}) et on doit trouver pour le courant secondaire une valeur (I_{ss}) telle que le produit ($K_n I_{ss}$) soit inférieur ou au plus égal à $0,9 I_{ps}$ (voir définitions paragraphes 25.2 et 25.3).

L'opération devra se faire assez rapidement pour ne pas amener un trop grand échauffement du transformateur.

SECTION DIX — MARQUAGE

32. Indications à marquer sur la plaque signalétique des transformateurs pour mesures

La plaque signalétique doit porter les indications appropriées de l'article 23.

La classe de précision doit être marquée immédiatement après la puissance de précision (exemple : 15 VA classe 0,5).

Pour les transformateurs de courant à gamme étendue (article 28), la limite de la gamme des courants doit être marquée à la suite de la classe de précision (exemple : 15 VA classe 0,5 ext. 150 %).

Note. — On peut marquer sur la plaque signalétique des indications concernant diverses combinaisons de puissance de précision et de classe de précision auxquelles le transformateur peut satisfaire (exemple : 15 VA classe 0,5 — 30 VA classe 1) (autre exemple qui tient compte de la note de l'article 7 : 15 VA classe 1 — 7 VA classe 0,5).

- a) The rated continuous thermal current shall be the rated extended primary current expressed as a percentage of the rated primary current.
- b) The limits of current error and phase displacement prescribed for 120 % of rated primary current in Table III shall be retained up to the rated extended primary current.

Standard values of rated extended primary current are 120 %, 150 % and 200 % of the rated primary current.

SECTION NINE — TESTS FOR ACCURACY

29. Type tests

Type tests to prove compliance with Clause 27 shall, in the case of transformers of Classes 0.1 to 1, be made at each value of current given in Table III at 25 % and at 100 % of rated burden (subject to 1 VA minimum).

Transformers having extended current ratings greater than 120 % shall be tested at the rated extended primary current instead of at 120 % of rated current.

Transformers of Class 3 and Class 5 shall be tested for compliance with Clause 27 at the two values of current given in Table IV at 50 % and at 100 % of rated burden (subject to 1 VA minimum).

30. Routine tests

The routine test for accuracy is in principle the same as the type test in Clause 29 but routine tests at a reduced number of currents and/or burdens are permissible provided it has been shown by type tests on a similar transformer that such a reduced number of tests is sufficient to prove compliance with Clause 27.

31. Instrument security current

A type test (when applicable) to prove that the instrument security current does not exceed the rated value may be made by means of two ammeters, one measuring the primary current and the other measuring the secondary current, the test burden (including the ammeter) being equal to the rated burden. The rated instrument security current (I_{ps}) shall be passed through the primary winding and the secondary current shall not exceed $0.9 \frac{I_{ps}}{K_n}$ (see definitions Sub-clauses 25.2 and 25.3).

The test should be conducted sufficiently rapidly to avoid overheating the windings.

SECTION TEN — MARKING

32. Marking of the rating plate of a measuring current transformer

The rating plate shall carry the appropriate information in accordance with Clause 23.

The accuracy class shall be indicated following the indication of the corresponding rated output (e.g. 15 VA Class 0.5).

Current transformers having an extended current rating (Clause 28) shall have this rating indicated immediately following the class designation (e.g. 15 VA Class 0.5 ext. 150 %).

Note. — The rating plate may contain information concerning several combinations of output and accuracy class the transformer can satisfy (e.g. 15 VA Class 0.5 — 30 VA Class 1) and in this case non-standard values of output may be used (e.g. 15 VA Class 1 — 7 VA Class 0.5).

CHAPITRE III — PRESCRIPTIONS COMPLÉMENTAIRES CONCERNANT LES TRANSFORMATEURS DE COURANT POUR PROTECTION

SECTION ONZE — GÉNÉRALITÉS

33. Domaine d'application

Le présent chapitre de la recommandation comprend les prescriptions et les essais qui complètent, en ce qui concerne les transformateurs de courant pour protection, ceux indiqués dans le premier chapitre. Les recommandations de cette partie se rapportent en particulier aux transformateurs devant assurer la protection en conservant une précision suffisante pour des courants valant plusieurs fois le courant nominal.

Pour certains systèmes de protection dans lesquels le transformateur de courant fait 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 peuvent être nécessaires.

Les transformateurs pour mesure et protection doivent satisfaire aux prescriptions de tous les chapitres de cette recommandation.

34. Définitions

34.1 Transformateur de courant pour protection

Transformateur de courant destiné à alimenter des relais de protection.

34.2 Erreur composée *

En régime permanent, valeur efficace de la différence entre :

- a) les valeurs instantanées du courant primaire et
- b) le produit du rapport de transformation nominal 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 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 = le rapport de transformation nominal

I_p = la valeur efficace du courant primaire

i_p = la valeur instantanée du courant primaire

i_s = la valeur instantanée du courant secondaire

T = la valeur de la période des courants.

* Voir annexe A.

CHAPTER III — ADDITIONAL REQUIREMENTS FOR PROTECTIVE CURRENT TRANSFORMERS

SECTION ELEVEN — GENERAL

33. Scope

This chapter of the Recommendation covers the requirements and tests, in addition to those in Chapter I, that are necessary for current transformers for use with electrical protective relays, and in particular for the 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 dependent on the overall design of the protective equipment, for example, high-speed balanced systems and earth-fault protection in resonant earthed networks, additional requirements may be necessary.

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

34. Definitions

34.1 Protective current transformer

A current transformer intended to supply protective relays.

34.2 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 is generally expressed as a percentage of the r.m.s. values of the primary current according to the mathematical expression :

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

where : K_n = the rated transformation ratio

I_p = the r.m.s. value of the primary current

i_p = the instantaneous value of the primary current

i_s = the instantaneous value of the secondary current

T = the duration of one cycle.

* See Appendix A.

34.3 Courant limite de précision nominal

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

34.4 Facteur limite de précision

Rapport entre le courant limite de précision nominal et le courant nominal primaire.

34.5 Force électromotrice limite secondaire

Produit du facteur limite de précision par le courant secondaire nominal et par la somme vectorielle de la charge de précision et de l'impédance de l'enroulement secondaire.

34.6 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 nominale, l'enroulement primaire et tous les autres enroulements étant à circuit ouvert.

SECTION DOUZE — EXIGENCES CONCERNANT LA PRÉCISION

35. Valeurs normales des facteurs limites de précision

Les valeurs normales des facteurs limites de précision sont :

5 — 10 — 15 — 20 — 30.

36. Classes de précision

36.1 Classe de précision d'un transformateur de courant pour protection — Indice de classe

La classe de précision d'un transformateur de courant pour protection est caractérisée par un nombre (indice de classe) et la lettre P (initiale de protection). L'indice de classe indique la limite supérieure de l'erreur composée pour le courant limite de précision nominal et la charge de précision.

36.2 Classes de précision normales

Les classes de précision normales des transformateurs de courant pour protection sont :

5 P et 10 P.

37. Limites des erreurs

Pour la puissance de précision et la fréquence nominale l'erreur de courant, le déphasage et l'erreur composée ne doivent pas dépasser les valeurs du tableau V.

Pour la détermination de l'erreur de courant et du déphasage, la charge doit être inductive et égale à la charge de précision avec un facteur de puissance égal à 0,8, sauf si la puissance correspondante est inférieure à 5 VA; dans ce cas, la charge pourrait être résistive (facteur de puissance unité).

Pour la détermination de l'erreur composée, le facteur de puissance de la charge peut être compris entre 0,8 (circuit inductif) et l'unité, au choix du constructeur.