

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 186A

Première édition — First edition

1970

Premier complément à la Publication 186 (1969)

Transformateurs de tension

First supplement to Publication 186 (1969)

Voltage transformers



Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale

1, rue de Varembe

Genève, Suisse

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60186A:1970

Withdrawn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 186A

Première édition — First edition

1970

Premier complément à la Publication 186 (1969)

Transformateurs de tension

First supplement to Publication 186 (1969)

Voltage transformers



Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

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

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

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale

1, rue de Varembe

Genève, Suisse

SOMMAIRE

	Pages
PRÉAMBULE	4
PRÉFACE	4
CHAPITRE III: PRESCRIPTIONS COMPLÉMENTAIRES POUR LES TRANSFORMATEURS DE TENSION MONOPHASÉS POUR PROTECTION	
Articles	
SECTION DOUZE — GÉNÉRALITÉS	
25. Domaine d'application	6
26. Terminologie	6
SECTION TREIZE — PRESCRIPTIONS DE PRÉCISION	
27. Classes de précision	6
28. Limites de l'erreur de tension et du déphasage	8
SECTION QUATORZE — PRESCRIPTIONS CONCERNANT L'ENROULEMENT SECONDAIRE DE TENSION RÉSIDUELLE	
29. Tensions secondaires nominales	8
30. Puissance nominale	10
31. Classe de précision	10
SECTION QUINZE — ESSAIS CONCERNANT LA PRÉCISION	
32. Essais de type	10
33. Essais individuels	10
SECTION SEIZE — MARQUAGE	
34. Indications à porter sur la plaque signalétique d'un transformateur pour protection	10
CHAPITRE IV: PRESCRIPTIONS COMPLÉMENTAIRES POUR LES TRANSFORMATEURS CONDENSATEURS DE TENSION	
SECTION DIX-SEPT — GÉNÉRALITÉS	
INTRODUCTION	
35. Domaine d'application	14
36. Prescriptions générales	14
37. Terminologie	14
SECTION DIX-HUIT — VALEURS NOMINALES	
38. Domaine de référence normal de la fréquence	18
39. Valeurs normales de la puissance de précision	18
SECTION DIX-NEUF — PRESCRIPTIONS DE PRÉCISION	
40. Classes de précision normales	18
41. Limites de l'erreur de tension et du déphasage	18
SECTION VINGT — EFFETS DES PHÉNOMÈNES TRANSITOIRES	
42. Ferro-résonance	18
43. Réponse transitoire	20
SECTION VINGT ET UN — DISPOSITIF DE COUPLAGE	
44. Dispositif de couplage pour courant porteur	20
SECTION VINGT-DEUX — ESSAIS	
45. Généralités	20
SECTION VINGT-TROIS — ESSAIS DE TYPE	
46. Essai d'échauffement	20
47. Essai à la tension de choc	20
48. Essais de ferro-résonance	22
49. Essai de réponse transitoire	22
50. Vérification de la précision	22
SECTION VINGT-QUATRE — ESSAIS INDIVIDUELS	
51. Essais diélectriques à fréquence industrielle	24
52. Vérification de la précision	24
SECTION VINGT-CINQ — MARQUAGE	
53. Indications à porter sur la plaque signalétique d'un transformateur condensateur de tension	24

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
PREFACE	5
CHAPTER III: ADDITIONAL REQUIREMENTS FOR SINGLE-PHASE PROTECTIVE VOLTAGE TRANSFORMERS	
SECTION TWELVE — GENERAL	
25. Scope	7
26. Definitions	7
SECTION THIRTEEN — ACCURACY REQUIREMENTS	
27. Accuracy class designation	7
28. Limits of voltage error and phase displacement	9
SECTION FOURTEEN — REQUIREMENTS FOR SECONDARY WINDINGS INTENDED TO PRODUCE A RESIDUAL VOLTAGE	
29. Rated secondary voltages	9
30. Rated output	11
31. Accuracy class	11
SECTION FIFTEEN — TESTS FOR ACCURACY	
32. Type tests	11
33. Routine tests	11
SECTION SIXTEEN — MARKING	
34. Marking of the rating plate of a protective voltage transformer	11
CHAPTER IV: ADDITIONAL REQUIREMENTS FOR CAPACITOR VOLTAGE TRANSFORMERS	
SECTION SEVENTEEN — GENERAL	
INTRODUCTION	
35. Scope	15
36. General requirements	15
37. Definitions	15
SECTION EIGHTEEN — RATING AND PERFORMANCE REQUIREMENTS	
38. Standard reference range of frequency	19
39. Standard values of rated output	19
SECTION NINETEEN — ACCURACY REQUIREMENTS	
40. Standard accuracy classes	19
41. Limits of voltage error and phase displacement	19
SECTION TWENTY — EFFECTS OF TRANSIENTS	
42. Ferro-resonance	19
43. Transient response	21
SECTION TWENTY-ONE — COUPLING DEVICE	
44. Carrier-frequency coupling device	21
SECTION TWENTY-TWO — TESTS	
45. General	21
SECTION TWENTY-THREE — TYPE TESTS	
46. Temperature-rise test	21
47. Impulse test	21
48. Ferro-resonance tests	23
49. Transient response test	23
50. Verification of accuracy	23
SECTION TWENTY-FOUR — ROUTINE TESTS	
51. Power-frequency tests	25
52. Verification of accuracy	25
SECTION TWENTY-FIVE — MARKING	
53. Marking of the rating plate of a capacitor voltage transformer	25

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

PREMIER COMPLÉMENT A LA PUBLICATION 186 (1969)

TRANSFORMATEURS DE TENSION

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 complète les prescriptions données dans les chapitres I et II de la Publication 186. Les travaux de préparation des chapitres III et IV débutèrent lors de la réunion tenue à Interlaken en 1961. Des projets définitifs furent soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois en janvier 1969.

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

Afrique du Sud	Japon
Allemagne	Pays-Bas
Australie	Pologne
Belgique	Royaume-Uni
Canada	Suède
Danemark	Suisse
Finlande	Tchécoslovaquie
France	Turquie
Hongrie	Union des Républiques Socialistes Soviétiques
Israël	Yougoslavie
Italie	

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

Afrique du Sud	Japon
Allemagne	Pays-Bas
Australie	Pologne
Belgique	Royaume-Uni
Canada	Suède
Danemark	Suisse
Finlande	Tchécoslovaquie
Hongrie	Turquie
Israël	Union des Républiques Socialistes Soviétiques
Italie	Yougoslavie

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

FIRST SUPPLEMENT TO PUBLICATION 186 (1969)

VOLTAGE 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 has been prepared by I E C Technical Committee No. 38, Instrument Transformers.

It supplements the requirements given in Chapters I and II of Publication 186. Work on the preparation of Chapters III and IV was initiated at the meeting held in Interlaken in 1961. Final drafts were submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in January 1969.

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

Australia	Japan
Belgium	Netherlands
Canada	Poland
Czechoslovakia	South Africa
Denmark	Sweden
Finland	Switzerland
France	Turkey
Germany	Union of Soviet Socialist Republics
Hungary	United Kingdom
Israel	Yugoslavia
Italy	

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

Australia	Japan
Belgium	Netherlands
Canada	Poland
Czechoslovakia	South Africa
Denmark	Sweden
Finland	Switzerland
Germany	Turkey
Hungary	Union of Soviet Socialist Republics
Israel	United Kingdom
Italy	Yugoslavia

TRANSFORMATEURS DE TENSION

CHAPITRE III: PRESCRIPTIONS COMPLÉMENTAIRES POUR LES TRANSFORMATEURS DE TENSION MONOPHASÉS POUR PROTECTION

SECTION DOUZE — GÉNÉRALITÉS

25. **Domaine d'application**

Le présent chapitre de la recommandation comprend les prescriptions et les essais qui complètent, en ce qui concerne les transformateurs de tension monophasés pour protection, ceux indiqués dans les chapitres I et II.

Les prescriptions du présent chapitre sont applicables en particulier aux transformateurs qui doivent avoir une précision suffisante pour actionner des systèmes de protection pour des tensions apparaissant en cas de défauts.

26. **Terminologie**

26.1 *Transformateur de tension pour protection*

Transformateur de tension destiné à alimenter des relais électriques de protection.

26.2 *Enroulement de tension résiduelle*

Enroulement d'un transformateur de tension monophasé destiné, pour un ensemble de trois transformateurs monophasés, à la constitution d'un triangle ouvert en vue de fournir une tension résiduelle en cas de défaut à la terre.

SECTION TREIZE — PRESCRIPTIONS DE PRÉCISION

27. **Classes de précision**

Tous les transformateurs de tension pour protection doivent également être d'une classe de précision de mesure définie conformément aux articles 21 et 22 (chapitre II). Cette exigence ne s'étend toutefois pas aux enroulements destinés à fournir une tension résiduelle. En plus, ils doivent être d'une des classes de précision prescrites au paragraphe 27.1.

Cette classe particulière de précision d'un transformateur de tension pour protection est désignée par l'erreur maximale de tension, exprimée en pour cent, admissible entre 5% de la tension nominale et la valeur de la tension correspondant au facteur de tension nominal (voir paragraphe 4.27 (chapitre I)). Cette expression est suivie de la lettre « P ».

27.1 *Classes de précision normales*

Les classes de précision normales des transformateurs de tension pour protection sont « 3P » et « 6P » et les mêmes limites d'erreur de tension et de déphasage sont normalement applicables aussi bien à 5% de la tension nominale qu'à la tension correspondant au facteur de tension nominal.

Lorsque les limites d'erreur d'un transformateur sont différentes à la limite inférieure de la tension (5% de la tension nominale) et à la limite supérieure de la tension (c'est-à-dire à la tension correspondant au facteur de tension nominal 1,2, 1,5 ou 1,9), un accord doit intervenir entre le constructeur et l'utilisateur.

VOLTAGE TRANSFORMERS

CHAPTER III: ADDITIONAL REQUIREMENTS FOR SINGLE-PHASE PROTECTIVE VOLTAGE TRANSFORMERS

SECTION TWELVE — GENERAL

25. Scope

This Chapter of the Recommendation covers the requirements and tests, in addition to those in Chapters I and II, that are necessary for single-phase protective voltage transformers.

The requirements of this Chapter apply particularly to transformers which are required to have sufficient accuracy to operate protective systems at voltages that occur under fault conditions.

26. Definitions

26.1 *Protective voltage transformer*

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

26.2 *Residual voltage winding*

The winding of a single-phase voltage transformer intended, in a set of three single-phase transformers, for connection in broken delta for the purpose of producing a residual voltage under earth-fault conditions.

SECTION THIRTEEN — ACCURACY REQUIREMENTS

27. Accuracy class designation

All voltage transformers intended for protective purposes, with the exception of residual voltage windings, shall be assigned a measuring accuracy class in accordance with Clauses 21 and 22 (Chapter II). In addition they shall be assigned one of the accuracy classes specified in Sub-clause 27.1.

The accuracy class for a protective voltage transformer is designated by the highest permissible percentage voltage error prescribed for the accuracy class concerned, from 5% of rated voltage to a voltage corresponding to the rated voltage factor (see Sub-clause 4.27 (Chapter I)). This expression is followed by the letter “ P ”.

27.1 *Standard accuracy classes*

The standard accuracy classes for protective voltage transformers are “ 3P ” and “ 6P ”, and the same limits of voltage error and phase displacement will normally apply at both 5% of rated voltage and at the voltage corresponding to the rated voltage factor.

Where transformers have different error limits at the lower voltage limit (5% rated voltage) and at the upper voltage limit (i.e. the voltage corresponding to rated voltage factor 1.2, 1.5 or 1.9) agreement should be made between manufacturer and user.

28. **Limites de l'erreur de tension et du déphasage**

L'erreur de tension et le déphasage à la fréquence nominale ne doivent pas dépasser les valeurs du tableau VI à 5% de la valeur nominale et au produit de la valeur nominale par le facteur de tension nominal (1,2, 1,5 ou 1,9) et pour toute charge comprise entre 25% et 100% de la charge nominale avec un facteur de puissance de 0,8 inductif.

TABLEAU VI

Limites de l'erreur de tension et du déphasage

Classe de précision	Erreur de tension (de rapport) en % + ou -	Déphasage + ou -	
		Minutes	Centiradians
3 P	3,0	120	3,5
6 P	6,0	240	7,0

Note. — Lors de la commande de transformateurs ayant deux enroulements secondaires distincts et en raison de leur interdépendance, l'utilisateur doit spécifier deux gammes de puissance, une pour chaque enroulement, la limite supérieure de chacune de ces gammes de puissance correspondant à une valeur normale de la puissance de précision. Chacun des enroulements doit satisfaire à ses propres prescriptions de précision dans toute sa gamme de puissance, lorsque au même moment l'autre enroulement fournit une puissance de toute valeur comprise entre zéro et la limite supérieure de la gamme de puissance spécifiée pour ce dernier. Pour vérifier la conformité à cette prescription, il suffit de faire les essais aux valeurs extrêmes seulement. Si aucune spécification des gammes de puissance n'est donnée, celles-ci sont réputées être de 25% à 100% de la puissance nominale pour chaque enroulement.

SECTION QUATORZE — PRESCRIPTIONS CONCERNANT L'ENROULEMENT SECONDAIRE DE TENSION RÉSIDUELLE

29. **Tensions secondaires nominales**

Les tensions secondaires nominales de l'enroulement destiné à être relié en triangle ouvert avec des enroulements semblables pour fournir une tension résiduelle sont données au tableau VII.

TABLEAU VII

Tensions secondaires nominales

Valeurs préférentielles		Autres valeurs (non préférentielles)
V		V
100	110	200
$\frac{100}{\sqrt{3}}$	$\frac{110}{\sqrt{3}}$	$\frac{200}{\sqrt{3}}$
$\frac{100}{3}$	$\frac{110}{3}$	$\frac{200}{3}$

Note. — Lorsque les conditions sont telles que les valeurs préférentielles conduisent à une tension résiduelle trop faible, les valeurs non préférentielles peuvent être utilisées, mais l'attention est attirée sur la nécessité de prendre des précautions concernant la sécurité.

28. **Limits of voltage error and phase displacement**

The voltage error and phase displacement at rated frequency shall not exceed the values in Table VI at 5% rated voltage, and at rated voltage multiplied by the rated voltage factor (1.2, 1.5 or 1.9) with burdens of between 25% and 100% of rated burden at a power-factor of 0.8 lagging.

TABLE VI

Limits of voltage error and phase displacement

Class	Percentage voltage (ratio) error + or -	Phase displacement + or -	
		Minutes	Centiradians
3 P	3.0	120	3.5
6 P	6.0	240	7.0

Note. — When ordering transformers having two separate secondary windings, because of their interdependence, the user should specify two output ranges, one for each winding, the upper limit of each output range corresponding to a standard rated output value. Each winding must fulfil its respective accuracy requirements within its output range whilst at the same time the other winding has an output of any value from zero to 100% of the upper limit of the output range specified for the other winding. In proving compliance with this requirement it is sufficient to test at extreme values only. If no specification of output ranges is supplied, these ranges are deemed to be from 25% to 100% of the rated output for each winding.

SECTION FOURTEEN — REQUIREMENTS FOR SECONDARY WINDINGS
INTENDED TO PRODUCE A RESIDUAL VOLTAGE

29. **Rated secondary voltages**

Rated secondary voltages of windings intended to be connected in broken-delta with similar windings to produce a residual voltage are given in Table VII.

TABLE VII

Rated secondary voltages

Preferred values		Alternative (non-preferred) values
V		V
100	110	200
$\frac{100}{\sqrt{3}}$	$\frac{110}{\sqrt{3}}$	$\frac{200}{\sqrt{3}}$
$\frac{100}{3}$	$\frac{110}{3}$	$\frac{200}{3}$

Note. — Where system conditions are such that the preferred values of rated secondary voltages would produce a residual voltage that is too low, the non-preferred values may be used but attention is drawn to the need to take precautions for purposes of safety.

30. Puissance nominale

La puissance nominale de l'enroulement destiné à être relié en triangle ouvert avec des enroulements semblables pour produire une tension résiduelle doit être spécifiée en voltampères et la valeur doit être choisie parmi celles de l'article 6 (chapitre I).

Note. — Pour une même admittance du circuit secondaire, la puissance fournie par cet enroulement dans les conditions prévues à cet article diffère normalement de la puissance qu'il peut être appelé à fournir, en cas de défaut, dans le circuit qu'il forme avec deux enroulements analogues dans un système triphasé.

31. Classe de précision

La classe de précision de l'enroulement destiné à fournir une tension résiduelle doit être spécifiée conformément au paragraphe 27.1 et à l'article 28.

SECTION QUINZE — ESSAIS CONCERNANT LA PRÉCISION

32. Essais de type

Pour vérifier la conformité à l'article 28, des essais doivent être faits à 5% et à 100% de la tension nominale et au produit de la tension nominale par le facteur de tension nominal, à 25% et à 100% de la charge nominale et pour un facteur de puissance de 0,8 inductif.

33. Essais individuels

Les essais individuels concernant la précision sont en principe les mêmes que les essais de type prescrits à l'article 32, mais il est admis que les essais individuels puissent être effectués à un nombre réduit de tensions et/ou de charges, à condition qu'il ait été montré, par des essais de type effectués sur un transformateur identique, que de tels essais en nombre réduit suffisent pour vérifier la conformité à l'article 28.

SECTION SEIZE — MARQUAGE

34. Indications à porter sur la plaque signalétique d'un transformateur pour protection

La plaque signalétique doit porter les indications appropriées, conformément à l'article 16 (chapitre I).

La classe de précision doit être marquée à la suite de l'indication de la puissance nominale correspondante.

La figure 11, page 12, montre un exemple type de plaque signalétique.

30. **Rated output**

The rated output of windings intended to be connected in broken-delta with similar windings to produce a residual voltage shall be specified in voltamperes, and the value shall be chosen from the values specified in Clause 6 (Chapter I).

Note. — For a given admittance of the secondary circuit, the power delivered by this winding under the conditions specified in this clause will normally differ from the power that it may deliver in the event of a fault when associated with two other similar windings in a three-phase system.

31. **Accuracy class**

The accuracy class for a residual voltage winding shall be as defined in Sub-clause 27.1 and in Clause 28.

SECTION FIFTEEN — TESTS FOR ACCURACY

32. **Type tests**

To prove compliance with Clause 28, type tests shall be made at 5% and at 100% rated voltage and at rated voltage multiplied by the rated voltage factor, at 25% and at 100% of rated burden at a power-factor of 0.8 lagging.

33. **Routine tests**

The routine tests for accuracy are in principle the same as the type tests in Clause 32, but routine tests at a reduced number of voltages 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 28.

SECTION SIXTEEN — MARKING

34. **Marking of the rating plate of a protective voltage transformer**

The rating plate shall carry the appropriate information in accordance with Clause 16 (Chapter I).

The accuracy class shall be indicated after the corresponding rated output.

A typical rating plate is shown in Figure 11, page 13.

Transformateur de tension ou transformateur condensateur de tension		A – N 220 000 : $\sqrt{3}$ V			
Constructeur		1a – 1n		(2a – 2n)	da – dn
N° 67/		110 : $\sqrt{3}$			110 : 3
Type	50 Hz	VA : 25	50		25
245/460/1050 kV	1,9 U _n 30 s	C1 : 0,5	3P		6P
* C ₁ μ F		* C ₂ μ F			
N° de série:		N° de série:			

* Uniquement pour les transformateurs condensateurs de tension.

FIG. 11. — Exemple type de plaque signalétique.

IEC NORM.COM Click to view the full PDF of IEC 60180A:1970

Voltage transformer or capacitor voltage transformer		A – N 220 000 : $\sqrt{3}$ V			
Manufacturer		1a – 1n		(2a – 2n)	da – dn
No. 67/		110 : $\sqrt{3}$			110 : 3
Type	50 Hz	VA : 25	50		25
245/460/1050 kV	1.9 U _n 30 s	C1 : 0.5	3P		6P
* C ₁ μ F		* C ₂ μ F			
Serial No.		Serial No.			

* For capacitor voltage transformers only.

FIG. 11. — Example of a typical rating plate.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60186A:1970

CHAPITRE IV: PRESCRIPTIONS COMPLÉMENTAIRES POUR LES TRANSFORMATEURS CONDENSATEURS DE TENSION

INTRODUCTION

Ce chapitre concernant les transformateurs condensateurs de tension est la première édition d'un texte sur un sujet très complexe et qui est un reflet de la technique à l'époque de la publication. Il est envisagé, au fur et à mesure de l'extension des connaissances sur ce sujet, d'incorporer des prescriptions plus précises dans des éditions ultérieures ou dans des additifs.

SECTION DIX-SEPT — GÉNÉRALITÉS

35. **Domaine d'application**

Le présent chapitre de la recommandation comprend les prescriptions et les essais qui complètent, en ce qui concerne les transformateurs condensateurs de tension, ceux indiqués dans les chapitres I, II et III. Les prescriptions du présent chapitre sont applicables aux transformateurs condensateurs de tension destinés à être branchés entre phase et terre, comprenant essentiellement un diviseur capacitif et un élément électromagnétique connecté selon le schéma de principe de la figure 12, page 26.

La présente recommandation n'est pas applicable aux transformateurs condensateurs de tension dans lesquels la capacité du condensateur haute tension est telle que la puissance est inférieure à 10 VA; cependant, certaines prescriptions peuvent être applicables à de tels dispositifs.

36. **Prescriptions générales**

Sauf stipulation contraire dans le présent chapitre, les transformateurs condensateurs de tension doivent satisfaire à toutes les prescriptions appropriées des chapitres I, II et III. De plus, les condensateurs doivent satisfaire aux prescriptions de la recommandation de la C E I pour les condensateurs de couplage et diviseurs capacitifs (en préparation).

37. **Terminologie**

Les définitions suivantes sont applicables dans le cadre du présent chapitre:

37.1 *Transformateur condensateur de tension*

Transformateur de tension comprenant un diviseur capacitif et un élément électromagnétique conçus et connectés de façon que la tension secondaire de l'élément électromagnétique soit pratiquement proportionnelle à la tension primaire appliquée au diviseur capacitif et en phase avec elle.

37.2 *Diviseur (de tension) capacitif*

Dispositif capacitif à trois bornes ayant une borne (primaire) à une haute tension (à mesurer), une deuxième borne (de terre) au potentiel de la terre ou à un potentiel voisin de ce dernier et la troisième borne (intermédiaire) à une tension intermédiaire.

Notes 1. — L'expression « borne intermédiaire » est une désignation abrégée pour « borne de tension intermédiaire ».

2. — La borne de terre est parfois également appelée borne à basse tension et cette expression apparaît préférable au cas où un dispositif de couplage pour courant porteur est utilisé.

CHAPTER IV: ADDITIONAL REQUIREMENTS FOR CAPACITOR VOLTAGE TRANSFORMERS

INTRODUCTION

This Chapter for capacitor voltage transformers is the first edition on a very complex subject and it reflects the technical position at the time of publication. It is intended that, as knowledge increases, more precise requirements will be included in later editions, or in the form of addenda.

SECTION SEVENTEEN — GENERAL

35. Scope

This Chapter of the Recommendation covers the requirements and tests, in addition to those in Chapters I, II and III, that are necessary for capacitor voltage transformers intended to be connected between line and earth, and comprising essentially a capacitor divider and an electromagnetic unit interconnected as shown diagrammatically in Figure 12, page 26.

This Recommendation does not apply to capacitor voltage transformers in which the capacitance of the high-voltage capacitor is such that outputs of 10 VA cannot be obtained, although some of the clauses may apply to such devices.

36. General requirements

Unless otherwise stated in this Chapter, all capacitor voltage transformers shall comply with the relevant requirements in Chapters I, II and III. In addition, the capacitor(s) shall comply with the requirements of the I E C Recommendation for coupling capacitors and capacitor dividers (in preparation).

37. Definitions

For the purpose of this Chapter the following definitions apply:

37.1 *Capacitor voltage transformer*

A voltage transformer comprising a capacitor divider unit and an electromagnetic unit so designed and interconnected that the secondary voltage of the electromagnetic unit is substantially proportional to and in phase with the primary voltage applied to the capacitor divider unit.

37.2 *Capacitor (voltage) divider*

A three-terminal device having one terminal (primary) at a high voltage (to be measured), a second terminal (earth) at or near earth potential, and the third terminal (intermediate) at an intermediate voltage.

Notes 1. — The expression “intermediate terminal” is an abridged designation of “intermediate voltage terminal”.

2. — The earth terminal is also sometimes called the low-voltage terminal, a term which is more suitable when a carrier-frequency coupling device is used.

37.3 *Condensateur de haute tension (C_1)*

Partie du diviseur capacitif comprise entre la borne primaire et la borne intermédiaire.

37.4 *Condensateur de tension intermédiaire (C_2)*

Partie du diviseur capacitif comprise entre la borne intermédiaire et la borne de terre.

37.5 *Élément électromagnétique*

Élément d'un transformateur condensateur de tension, connecté à la borne intermédiaire et à la borne de terre du diviseur capacitif (ou, éventuellement, directement à la terre au cas où un dispositif de couplage pour courant porteur est utilisé) et qui fournit la tension secondaire.

Note. — Un élément électromagnétique comprend essentiellement un transformateur destiné à réduire la tension intermédiaire à la valeur désirée de tension secondaire, et une bobine d'inductance telle que la réactance de l'ensemble du transformateur et de la bobine soit approximativement égale, à la fréquence nominale, à la réactance capacitive des deux parties du diviseur ($C_1 + C_2$) reliées en parallèle. La réactance inductive peut être incorporée totalement ou partiellement dans le transformateur.

37.6 *Tension intermédiaire*

Tension existant entre la borne intermédiaire et la borne de terre d'un diviseur capacitif lorsque la tension primaire est appliquée entre la borne primaire et la borne de terre.

37.7 *Tension intermédiaire à circuit ouvert*

Tension intermédiaire existant lorsque l'élément électromagnétique est déconnecté.

Note. — La valeur de cette tension est donnée par la formule:

$$U_i = U_p \left(\frac{C_1}{C_1 + C_2} \right)$$

U_p étant la tension appliquée entre la borne primaire et la borne de terre.

37.8 *Rapport de tension (d'un diviseur capacitif)*

Rapport de la tension primaire à la tension intermédiaire à circuit ouvert.

37.9 *Tension intermédiaire nominale à circuit ouvert*

Valeur de la tension intermédiaire à circuit ouvert correspondant à la valeur de la tension primaire nominale si le rapport de tension est correct.

37.10 *Domaine de référence de la fréquence*

Ensemble continu des valeurs de la fréquence pour lesquelles le transformateur condensateur de tension satisfait aux prescriptions de précision.

37.11 *Domaine de référence de la température*

Ensemble continu des valeurs de la température ambiante pour lesquelles le transformateur condensateur de tension satisfait aux prescriptions de précision (voir note 2 de l'article 41).

37.12 *Dispositif de protection*

Dispositif incorporé dans un transformateur condensateur de tension destiné à limiter les surtensions qui peuvent se produire dans l'un ou plusieurs de ses éléments et/ou à empêcher les phénomènes de ferro-résonance.

Note. — Ce dispositif peut comprendre un éclateur et peut être disposé de différentes façons selon sa nature.

37.3 *High-voltage capacitor (C_1)*

That part of the capacitor divider between the primary terminal and the intermediate terminal.

37.4 *Intermediate-voltage capacitor (C_2)*

That part of the capacitor divider between the intermediate terminal and the earth terminal.

37.5 *Electromagnetic unit*

The component of a capacitor voltage transformer, connected between the intermediate terminal and the earth terminal of the capacitor divider (or possibly directly connected to earth when a carrier-frequency coupling device is used) which supplies the secondary voltage.

Note. — An electromagnetic unit comprises essentially a transformer to reduce the intermediate voltage to the required value of secondary voltage, and an inductive reactance, approximately equal, at rated frequency, to the capacitive reactance of the two parts of the divider connected in parallel ($C_1 + C_2$). The inductive reactance may be incorporated wholly or partially in the transformer.

37.6 *Intermediate voltage*

The voltage to earth at the intermediate voltage terminal of the capacitor divider unit when primary voltage is applied between the primary and earth terminals.

37.7 *Open-circuit intermediate voltage*

The intermediate voltage when the electromagnetic unit is disconnected.

Note. — The value of this voltage is given by:

$$U_i = U_p \left(\frac{C_1}{C_1 + C_2} \right)$$

U_p being the voltage applied to the primary terminal.

37.8 *Voltage ratio (of a capacitor divider)*

The ratio of the primary voltage to the open-circuit intermediate voltage.

37.9 *Rated open-circuit intermediate voltage*

The value of the open-circuit intermediate voltage which corresponds to the value of the rated primary voltage if the voltage ratio is correct.

37.10 *Reference range of frequency*

The range of frequency values within which a capacitor voltage transformer complies with the relevant accuracy requirements.

37.11 *Reference range of temperature*

The range of ambient temperature values within which a capacitor voltage transformer complies with the relevant accuracy requirements (see also note 2 of Clause 41).

37.12 *Protective device*

A device incorporated in a capacitor voltage transformer for the purpose of limiting over-voltages which may appear across one or more of its components, and/or to prevent sustained ferro-resonance.

Note. — The device may include a spark gap, and may be located in several different ways according to its nature.

37.13 Dispositif de couplage pour courant porteur

Dispositif destiné à permettre l'injection d'un courant porteur, intercalé dans la connexion de terre d'un diviseur capacitif, dont l'impédance équivalente est négligeable à la fréquence industrielle mais est appréciable à la fréquence du système à courant porteur.

SECTION DIX-HUIT — VALEURS NOMINALES

38. Domaine de référence normal de la fréquence

Le domaine de référence normal de la fréquence doit s'étendre de 99 % à 101 % de la fréquence nominale pour les mesures et de 97 % à 103 % pour la protection.

39. Valeurs normales de la puissance de précision

Les valeurs normales de la puissance de précision sont celles indiquées à l'article 6 (chapitre I).

Note. — La charge prise par une résistance ou une bobine d'inductance reliée d'une façon permanente aux bornes secondaires et formant partie intégrale de l'élément électromagnétique n'est pas considérée comme faisant partie de la puissance de précision.

SECTION DIX-NEUF — PRESCRIPTIONS DE PRÉCISION

40. Classes de précision normales

Les classes de précision normales pour les transformateurs condensateurs de tension sont :

- pour les mesures: 0,2; 0,5; 1,0; 3,0;
- pour la protection: 3P et 6P.

(Voir aussi les chapitres II et III.)

41. Limites de l'erreur de tension et du déphasage

L'erreur de tension et le déphasage ne doivent pas dépasser les valeurs prescrites à l'article 22 (chapitre II) et à l'article 28 (chapitre III) pour les classes de précision correspondantes, dans les conditions prescrites au présent chapitre, ainsi que pour toutes valeurs de la fréquence et de la température comprises dans les domaines de référence (paragraphe 3.1 (chapitre I) et article 38 ci-dessus).

Notes 1. — Lorsque l'élément électromagnétique d'un transformateur condensateur de tension a deux enroulements secondaires distincts, il y a lieu de se référer à la note de l'article 22 (chapitre II) ou de l'article 28 (chapitre III).

2. — Quelle que soit la température ambiante dans son domaine de référence, l'essai doit être effectué dans des conditions thermiques stables.

SECTION VINGT — EFFETS DES PHÉNOMÈNES TRANSITOIRES

42. Ferro-résonance

- a) Après la suppression brusque d'un court-circuit aux bornes secondaires d'un transformateur condensateur de tension, alimenté à 120 % de sa tension nominale et avec une charge pratiquement nulle, la valeur de crête de la tension secondaire doit revenir, après le dixième cycle de fréquence nominale, à une valeur qui ne diffère pas de plus de 10 % de sa valeur normale.

37.13 *Carrier-frequency coupling device*

A circuit element intended to permit the injection of carrier frequency, and which is connected between the earth terminal of a capacitor divider unit and earth, having an impedance which is insignificant at power frequency but appreciable at the carrier frequency.

SECTION EIGHTEEN — RATING AND PERFORMANCE REQUIREMENTS

38. **Standard reference range of frequency**

The standard reference range of frequency shall be from 99% to 101% of the rated frequency for accuracy classes for measurement, and from 97% to 103% for accuracy classes for protection.

39. **Standard values of rated output**

The standard values of rated output are those specified in Clause 6 (Chapter I).

Note. — Attention is drawn to the fact that the load taken by a resistor or reactor permanently connected to the secondary terminals and forming an integral part of the electromagnetic unit is not considered to be part of the rated output.

SECTION NINETEEN — ACCURACY REQUIREMENTS

40. **Standard accuracy classes**

The standard accuracy classes for capacitor voltage transformers are:

- for measurement: 0.2; 0.5; 1.0; 3.0;
- for protection: 3P and 6P.

(See also Chapters II and III.)

41. **Limits of voltage error and phase displacement**

The voltage error and phase displacement shall not exceed the values given in Clause 22 (Chapter II) and Clause 28 (Chapter III) for the appropriate accuracy class, under the conditions specified therein, and also for any value of temperature and frequency within the reference ranges (see Clause 3.1 (Chapter I) and Clause 38 above).

Notes 1. — For capacitor voltage transformers with electromagnetic units having two separate secondary windings, reference should be made to the note to Clause 22 (Chapter II) or Clause 28 (Chapter III).

- 2. — Whatever the ambient temperature may be within its reference range, it is necessary for the test to be carried out in steady state temperature conditions.

SECTION TWENTY — EFFECTS OF TRANSIENTS

42. **Ferro-resonance**

- a) When a capacitor voltage transformer, supplied at 120% of rated voltage and with a substantially zero burden, has its secondary terminals short-circuited, and the short circuit suddenly removed, the peak of the secondary voltage shall revert to a value which does not differ from its normal value by more than 10% after ten cycles of rated frequency.

- b) Après la suppression brusque d'un court-circuit aux bornes secondaires d'un transformateur condensateur de tension, alimenté à une tension correspondant à son facteur de tension nominal et avec une charge pratiquement nulle, la ferro-résonance ne doit pas se maintenir pendant plus de 2 s.

43. **Réponse transitoire**

Après la mise en court-circuit de l'alimentation entre bornes primaire et de terre d'un transformateur condensateur de tension, la tension secondaire doit décroître, en un cycle de la fréquence nominale, jusqu'à une valeur inférieure à 10 % de sa valeur de crête avant le court-circuit.

SECTION VINGT ET UN — DISPOSITIF DE COUPLAGE

44. **Dispositif de couplage pour courant porteur**

Lorsqu'un dispositif de couplage pour courant porteur est intercalé par le constructeur dans la connexion de terre du condensateur de tension intermédiaire, la précision du transformateur condensateur de tension doit rester dans les limites spécifiées pour sa classe de précision.

SECTION VINGT-DEUX — ESSAIS

45. **Généralités**

Les essais de type et les essais individuels des transformateurs condensateurs de tension sont essentiellement les mêmes que ceux prescrits aux chapitres I, II et III sous réserve des exceptions indiquées ci-après. Les essais de type doivent être faits conformément aux articles 46, 47, 48, 49 et 50 et les essais individuels conformément aux articles 51 et 52.

Les essais prescrits aux articles 48, 49, 50 et 52 sont des essais directs sur le transformateur condensateur de tension. Les essais des articles 48 et 49 peuvent être effectués sur le circuit équivalent à condition qu'il ait été montré qu'ils sont véritablement représentatifs des essais directs.

Note. — Les condensateurs doivent être autant que possible essayés conformément à la recommandation de la C E I pour les condensateurs de couplage et diviseurs capacitifs (en préparation), en tenant compte de toute autre fonction qu'ils pourraient avoir à assurer en plus de celle de diviseur de tension du transformateur condensateur de tension.

SECTION VINGT-TROIS — ESSAIS DE TYPE

46. **Essai d'échauffement**

L'essai d'échauffement doit être effectué conformément à l'article 14 (chapitre I) et peut être effectué sur l'élément électromagnétique seul.

47. **Essai à la tension de choc**

L'essai à la tension de choc est effectué de préférence sur un transformateur condensateur de tension complet. Les modalités d'essai sont celles de l'article 15 (chapitre I) mais avec une onde de 1,2 à 5/40 à 60 μ s. Il peut également être effectué séparément d'une part sur le diviseur capacitif, conformément à la recommandation de la C E I pour les condensateurs de couplage et diviseurs capacitifs (en préparation), et, d'autre part, sur l'élément électromagnétique, conformément aux prescriptions de l'article 15 (chapitre I) mais avec une tension dont la valeur est réduite en fonction du rapport de tension du diviseur capacitif.

Note. — Si un éclateur de protection est disposé aux bornes de l'élément électromagnétique, son fonctionnement doit être empêché pendant les essais. Tout éclateur de protection disposé aux bornes du dispositif de couplage pour courant porteur doit être court-circuité pendant les essais.

- b) When a capacitor voltage transformer, supplied at a voltage corresponding to its rated voltage factor and with a substantially zero burden, has its secondary terminals short-circuited, and the short circuit suddenly removed, ferro-resonance shall not be sustained for more than 2 s.

43. **Transient response**

Following a short circuit of the supply at the primary and earth terminals, the secondary output voltage of a capacitor voltage transformer shall decay, within one cycle of rated frequency, to a value of less than 10% of the peak value before short circuit.

SECTION TWENTY-ONE — COUPLING DEVICE

44. **Carrier-frequency coupling device**

When a carrier-frequency coupling device is connected by the manufacturer into the earth lead of the intermediate-voltage capacitor, the accuracy of the capacitor voltage transformer shall remain within the specified class.

SECTION TWENTY-TWO — TESTS

45. **General**

The type and routine tests on capacitor voltage transformers are essentially the same as those specified in Chapters I, II and III with the exceptions given below. Type tests shall be made in accordance with Clauses 46, 47, 48, 49 and 50, and routine tests in accordance with Clauses 51 and 52.

The tests specified in Clauses 48, 49, 50 and 52 are direct tests on the capacitor voltage transformer. For Clauses 48 and 49, tests on the equivalent circuit may be made provided that they are shown to be truly representative of direct tests.

Note. — The capacitors should be tested in accordance with the I E C Recommendation for coupling capacitors and capacitor dividers (in preparation) as far as possible, taking into account any other duty that the capacitors may have to perform in addition to their operation as the voltage divider of the capacitor voltage transformer.

SECTION TWENTY-THREE — TYPE TESTS

46. **Temperature-rise test**

A temperature-rise test shall be made in accordance with Clause 14 (Chapter I) and may be performed on the electromagnetic unit alone.

47. **Impulse test**

An impulse test shall be performed, preferably on a complete capacitor voltage transformer, in accordance with Clause 15 (Chapter I), but using a 1.2 to 5/40 to 60 μ s impulse, or the capacitor divider unit may be tested in accordance with the I E C Recommendation for coupling capacitors and capacitor dividers (in preparation), and the electromagnetic unit given a separate impulse test, in accordance with the specifications of Clause 15, (Chapter I), deviating only by the value of test voltage, which shall be reduced in accordance with the voltage ratio of the capacitor divider unit.

Note. — If a protective gap across the electromagnetic unit is incorporated, it should be prevented from functioning during the tests. Any protective gap across the carrier-current coupling device should be short-circuited during the tests.

48. Essais de ferro-résonance

Les essais suivants doivent être effectués sur un transformateur condensateur de tension complet pour prouver la conformité à l'article 42.

Le court-circuit, établi sur les bornes secondaires, est ouvert par un dispositif de protection (par exemple: fusible, disjoncteur, etc.) choisi pour cet usage par un accord entre le constructeur et l'utilisateur. La charge du transformateur condensateur de tension qui subsiste après l'ouverture du court-circuit doit être seulement celle due à l'appareillage d'enregistrement et ne doit pas excéder 5 VA. La tension secondaire et le courant doivent être enregistrés pendant les essais, et les oscillogrammes doivent figurer au procès-verbal d'essai.

Pendant le court-circuit, la tension de la source ne doit pas différer de plus de 10% de la tension avant le court-circuit et doit rester pratiquement sinusoïdale.

- a) L'essai doit être effectué au moins trente fois, avec une tension dont la valeur représente 120% de la tension primaire nominale.
- b) L'essai doit être effectué dix fois, avec une tension dont la valeur est égale au produit de la tension nominale par le facteur de tension nominal.

Note. — S'il est prévu d'utiliser en service une charge saturable, les essais peuvent être effectués avec une charge égale ou voisine de celle-ci, selon accord entre utilisateur et constructeur.

49. Essai de réponse transitoire

L'essai pour prouver la conformité à l'article 43 doit être effectué en court-circuitant la borne primaire et la borne de terre, le transformateur condensateur de tension étant alimenté à sa tension primaire nominale et avec des charges égales à 25% et 100% de la charge nominale.

La chute de la tension secondaire doit être enregistrée sur un oscillographe et les oscillogrammes doivent figurer au procès-verbal d'essai.

L'essai doit être effectué soit dix fois au hasard, soit deux fois à la valeur de crête de la tension primaire et deux fois au passage par zéro de la tension primaire.

50. Vérification de la précision

En principe, les essais doivent être effectués à la fréquence nominale, à la température ambiante du lieu d'exécution des essais et aux deux températures extrêmes, mais si les caractéristiques de température du diviseur capacitif, dans le domaine de référence de la température, sont connues, il est admis de calculer les erreurs pour les températures extrêmes à partir des résultats de mesure obtenus pour une température.

Pour une valeur constante de la température, les essais doivent être effectués aux valeurs extrêmes de la fréquence.

Les valeurs réelles de la fréquence et de la température pendant l'essai doivent figurer au procès-verbal d'essai.

Note. — Les mesures de capacité et de coefficient de température des condensateurs font partie des prescriptions de la recommandation de la C E I pour les condensateurs de couplage et diviseurs capacitifs (en préparation).