

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE
NORME DE LA CEI

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION
IEC STANDARD

Modification N° 2

Décembre 1980
à la

Amendment No. 2

December 1980
to

Publication 186
1969

Transformateurs de tension

Voltage transformers

Les modifications contenues dans le présent document ont été approuvées suivant la Règle des Six Mois et la Procédure des Deux Mois.

Les projets de modifications, discutés par le Comité d'Etudes N° 38, furent diffusés en août et septembre 1977 pour approbation suivant la Règle des Six Mois, sous forme de documents 38(Bureau Central)35 et 39, et en juillet 1979 selon la Procédure des Deux Mois, sous forme de document 38(Bureau Central)54.

Le chapitre concernant les transformateurs condensateurs de tension est la seconde édition d'une norme 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 compléments.

The amendments contained in this document have been approved under the Six Months' Rule and the Two Months' Procedure.

The draft amendments, discussed by Technical Committee No. 38, were circulated for approval under the Six Months' Rule in August and September 1977, as Documents 38(Central Office)35 and 39, and in July 1979 under the Two Months' Procedure, as Document 38(Central Office)54.

The chapter for capacitor voltage transformers is the second edition of a standard on a very complex subject, and it reflects this 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 supplements.

Ces modifications sont destinées à être découpées et collées sur le texte original de la publication



These modifications are intended to be cut out and pasted in the original text of the publication

Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale

1, rue de Varembe
Genève, Suisse

Note. — Les numéros de pages mentionnés dans cette Modification N° 2 se réfèrent à la réimpression contenant le Complément A (1970) de la Publication 186 (1969).

Page 22

8. Limites d'échauffement

Remplacer le tableau II, la note et les deux premiers alinéas de la page 24 par ce qui suit:

TABLEAU II
Limites d'échauffement des enroulements

Classe d'isolation (conformément à la Publication 85 de la CEI*)	Limites d'échauffement (K)
Toutes les classes, les enroulements étant immergés dans l'huile	60
Toutes les classes, les enroulements étant immergés dans l'huile et hermétiquement scellés	65
Toutes les classes, les enroulements étant noyés dans une masse isolante bitumineuse	50
Enroulements, non immergés dans l'huile ni noyés dans une masse bitumineuse, des classes suivantes:	
Y	45
A	60
E	75
B	85
F	110
H	135

Note. — Pour quelques matières, par exemple les résines, le constructeur doit spécifier la classe à laquelle elles appartiennent.

Si le transformateur est muni d'un conservateur d'huile ou si l'huile est surmontée d'un gaz inerte ou si la cuve est scellée hermétiquement, l'échauffement de l'huile, mesuré à la partie supérieure de la cuve ou de l'enveloppe, ne doit pas dépasser 55 K.

Si le transformateur ne possède pas de telles dispositions, l'échauffement de l'huile, mesuré à la partie supérieure de la cuve ou de l'enveloppe, ne doit pas dépasser 50 K.

Page 24

9. Valeurs normales du niveau d'isolement nominal

Ajouter l'alinéa suivant à la note qui suit le tableau IIIC:

La configuration des connexions primaires peut avoir une influence sur les caractéristiques d'amorçage. Il pourra donc être nécessaire d'exécuter les essais de type dans des conditions similaires à celles du service, si cela est convenu entre constructeur et utilisateur.

Note. — The page numbers quoted in this Amendment No. 2 refer to the consolidated reprint, containing Supplement A (1970) of Publication 186 (1969).

Page 23

8. Limits of temperature rise

Replace Table II, the note and the first two paragraphs of page 25, by the following:

TABLE II
Limits of temperature rise of windings

Class of insulation (in accordance with IEC Publication 85 *)	Maximum temperature rise (K)
All classes, immersed in oil	60
All classes, immersed in oil and hermetically sealed	65
All classes immersed in bituminous compound	50
Classes not immersed in oil or bituminous compound:	
Y	45
A	60
E	75
B	85
F	110
H	135

Note. — For some materials (e.g. resin) the manufacturer should specify the relevant insulation class.

When the transformer is fitted with a conservator tank or 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 K.

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 K.

Publication 186 Amend. 2 (December 1980)

Page 25

9. Rated insulation levels

Add the following paragraph to the note to Table IIIC:

The layout of the primary connections can influence the flashover characteristic. Therefore, it may be necessary to perform type tests in similar conditions as in service if agreed between manufacturer and user.

Publication 186 Amend. 2 (December 1980)

CHAPITRE IV: PRESCRIPTIONS COMPLÉMENTAIRES POUR LES TRANSFORMATEURS CONDENSATEURS DE TENSION

Remplacer le chapitre IV par ce qui suit:

SECTION DIX-SEPT — GÉNÉRALITÉS

35. Domaine d'application

Le présent chapitre 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 A1, de l'annexe A.

Le présent chapitre n'est pas applicable aux transformateurs condensateurs de tension dans lesquels la capacité du condensateur de haute tension est telle que la puissance de sortie est inférieure à 10 VA; cependant, certaines des présentes 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 applicables des chapitres I, II et III. De plus, les condensateurs doivent satisfaire aux prescriptions de la Publication 358 de la CEI: Condensateurs de couplage et diviseurs capacitifs.

37. Définitions

Les définitions suivantes s'appliquent dans le 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

Dispositif constitué par des résistances, des condensateurs ou des inductances permettant d'obtenir entre deux points une tension proportionnelle à la tension à mesurer (d'après 20-30-160).

37.2.1 Diviseur (de tension) capacitif

Diviseur de tension composé uniquement de condensateurs.

37.2.2 Borne à haute tension (ou de ligne)

Borne à relier à la ligne de transport d'énergie.

CHAPTER IV: ADDITIONAL REQUIREMENTS FOR CAPACITOR VOLTAGE TRANSFORMERS

Replace Chapter IV by the following:

SECTION SEVENTEEN — GENERAL

35. Scope

This chapter 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 A1, Appendix A.

This chapter 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 IEC Publication 358: Coupling Capacitors and Capacitor Dividers.

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 Voltage divider

A device comprising resistors, capacitors or inductors by means of which it is possible to obtain between two points a voltage proportional to the voltage to be measured (20-30-160).

37.2.1 Capacitor (voltage) divider

A voltage divider comprising only capacitors.

37.2.2 High-voltage (or line) terminal

Terminal to be connected to the power line.

Chapitre IV (suite)

37.2.3 *Borne à basse tension*

Borne à relier au circuit de couplage pour courant porteur ou à la terre.

Note. — Les bornes à haute et à basse tension sont les bornes primaires.

37.2.4 *Borne intermédiaire*

Borne à relier à un circuit intermédiaire tel que l'élément électromagnétique d'un transformateur condensateur de tension.

37.3 *Condensateur à haute tension (C_1)*

Condensateur connecté entre la borne à haute tension et la borne intermédiaire.

37.4 *Condensateur à tension intermédiaire (C_2)*

Condensateur connecté entre la borne intermédiaire et la borne à basse tension ou 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 inductance telle que la réactance de l'ensemble du transformateur et de l'inductance soit approximativement égale, à la fréquence nominale, à la réactance capacitive de 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 *Rapport de tension (d'un diviseur capacitif)*

Rapport entre la somme des capacités des condensateurs à haute tension et à tension intermédiaire et la capacité du condensateur à haute tension:

$$\frac{C_1 + C_2}{C_1}$$

Notes 1. — C_1 et C_2 comprennent les capacités parasites, qui sont habituellement négligeables.

2. — Ce rapport correspond aussi au rapport de la tension primaire à la tension intermédiaire à circuit ouvert.

37.8 *Tension intermédiaire à circuit ouvert*

Tension apparaissant aux bornes du condensateur à tension intermédiaire en présence d'une tension appliquée entre les bornes à haute et à basse tension, aucune impédance n'étant connectée en parallèle sur le condensateur de tension intermédiaire.

Note. — Cette tension est égale à la tension appliquée (tension primaire) divisée par le rapport de tension.

37.2.3 Low-voltage terminal

Terminal to be connected to the carrier-frequency transmission circuit or to the earth terminal.

Note. — The high-voltage and low-voltage terminals are the primary terminals.

37.2.4 Intermediate (voltage) terminal

Terminal to be connected to an intermediate circuit, such as the electromagnetic unit of a capacitor voltage transformer.

37.3 High-voltage capacitor (C_1)

Capacitor connected between the high-voltage and intermediate voltage terminals.

37.4 Intermediate-voltage capacitor (C_2)

Capacitor connected between the intermediate-voltage terminal and the low-voltage or 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 Voltage ratio (of a capacitor divider)

Ratio between the sum of the capacitances of the high-voltage and intermediate voltage capacitors and the capacitance of the high-voltage capacitor:

$$\frac{C_1 + C_2}{C_1}$$

Notes 1. — C_1 and C_2 include the stray capacitances, which are generally negligible.

2. — This ratio corresponds also to the ratio of the primary voltage to the open-circuit intermediate voltage.

37.8 Open-circuit intermediate voltage

Voltage across the intermediate voltage capacitor when a voltage is applied between the high-voltage and low-voltage terminals, no impedance being connected in parallel with the intermediate voltage capacitor.

Note. — This voltage is equal to the applied voltage (primary voltage) divided by the voltage ratio.

37.9 Tension intermédiaire assignée à circuit ouvert

Tension apparaissant aux bornes du condensateur à tension intermédiaire quand la tension assignée est appliquée entre les bornes à haute et à basse tension et que les condensateurs à haute tension et à tension intermédiaire ont les valeurs de capacité prévues à la conception.

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 concernant la 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 concernant la 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 prolongés.

Note. — Ce dispositif peut comprendre un éclateur et peut être disposé de différentes façons selon sa 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 — PRESCRIPTIONS CONCERNANT LES VALEURS ASSIGNÉES ET LES EXIGENCES RELATIVES AU FONCTIONNEMENT

38. Domaine de référence normal de la fréquence

Le domaine de référence normal de la fréquence s'étend de 99% à 101% de la fréquence assignée pour les mesures et de 96% à 102% pour la protection.

39. Valeurs normales de la puissance de sortie assignée

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

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

37.9 Rated open-circuit intermediate voltage

Voltage across the intermediate voltage capacitor when the rated voltage is applied between the high-voltage and low-voltage terminals and both the high-voltage and the intermediate-voltage capacitors have the capacitance values for which they have been designed.

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 overvoltages 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 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 96% to 102% 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 DIX-NEUF — PRESCRIPTIONS CONCERNANT LA 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, 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 établissement, puis suppression brusque d'un court-circuit aux bornes secondaires d'un transformateur condensateur de tension alimenté à 120% de sa tension assignée et avec une charge pratiquement nulle, la valeur de crête de la tension secondaire doit revenir, après le dixième cycle de fréquence assignée, à une valeur qui ne diffère pas de plus de 10% de sa valeur avant l'établissement du court-circuit.
- 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 assigné 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 la borne à haute tension et la borne à basse tension connectée à la terre, la tension secondaire doit décroître, en un cycle de la fréquence assignée, jusqu'à une valeur inférieure à 10% de sa valeur de crête avant le court-circuit.

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 Sub-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 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) 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 between the high-voltage terminal and the low-voltage terminal connected to earth, 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.

Note. — L'effet de la réponse transitoire sur le comportement des protections du réseau de protection est une question très complexe; il n'est pas possible de donner des valeurs limites valables dans tous les cas. L'influence exercée sur les relais ne dépend pas seulement de l'amplitude, mais dépend aussi de la fréquence du transitoire. La valeur indiquée permet d'obtenir un comportement correct des relais classiques de protection électromécanique dans les conditions normales de longueur de ligne et de courant de court-circuit. Pour les relais rapides (transistorisés par exemple), les lignes très courtes ou les faibles valeurs de courant de court-circuit, la réponse transitoire fera de préférence l'objet d'un accord entre l'utilisateur, le constructeur du relais de protection du réseau et le constructeur du transformateur condensateur de tension.

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 à 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 de série 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 (figure A1, de l'annexe A) ou des essais effectués sur circuit équivalent (figure A2, de l'annexe A) suivant les spécifications des divers articles.

La condition de base autorisant les essais sur circuit équivalent est spécifiée à l'annexe B.

Tous les essais doivent être effectués sur l'élément électromagnétique lui-même et non pas sur un modèle. A l'inverse, on peut utiliser, à la place du diviseur capacitif, un condensateur fabriqué spécialement, de capacité égale à $C_1 + C_2$.

Le circuit retenu pour chaque essai doit être consigné dans le procès-verbal d'essai.

Note. — Il convient d'essayer les condensateurs selon la Publication 358 de la CEI, dans la mesure du possible, en tenant compte des autres fonctions que ces condensateurs 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.

Note. — The influence of the transient response on the behaviour of the network protection is a very complex matter and it is not possible to give values valid for all cases. The influence on the relay is not only dependent on the amplitude but also on the frequency of the transient. The given value permits correct behaviour of the usual, electromechanical protection relay for usual line length and short-circuit currents. For high speed relay (e.g. solid state relay) or very short lines, or low short-circuit current, the transient response should be part of an agreement between purchaser and manufacturer of the network protection relay and the capacitor voltage transformer.

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 (Figure A2, Appendix A) or tests on the equivalent circuit (Figure A1, Appendix A) as specified under the various clauses.

The main condition to allow tests on the equivalent circuit is given in Appendix B.

All tests shall be performed with the actual electromagnetic unit and not with a model. On the contrary, a specially made equivalent capacitance with the capacitance value of $C_1 + C_2$ may be used in the place of the capacitor divider.

The circuit used for each test shall be indicated on the test report.

Note. — The capacitors should be tested in accordance with the IEC Publication 358, 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. 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 un choc de la forme 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 Publication 358 de la CEI, et, d'autre part, sur l'élément électromagnétique, conformément aux prescriptions de l'article 15 (chapitre I), mais avec une tension 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.

48. Essais de ferro-résonance

Les essais suivants doivent être effectués sur un transformateur condensateur de tension complet — ou sur un circuit équivalent, à condition que les relations indiquées à l'annexe B soient satisfaites — pour prouver la conformité aux prescriptions de l'article 42.

Les essais doivent être effectués en court-circuitant pendant au moins 0,1 s les bornes secondaires, le court-circuit étant ouvert par un dispositif de protection (par exemple fusible, disjoncteur, etc.) choisi à cette fin par accord entre utilisateur et constructeur. En l'absence d'accord, le choix est laissé au constructeur. La charge imposée au transformateur condensateur de tension après disparition du court-circuit doit uniquement être celle de l'appareillage d'enregistrement, sans pouvoir dépasser 5 VA. Au cours de l'essai, la tension d'alimentation (sur la borne à haute tension), la tension secondaire et le courant de court-circuit doivent être enregistrés. Les oscillogrammes font partie du 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 sensiblement sinusoïdale. La tension résiduelle à travers la boucle de court-circuit (résistance du contact fermé comprise), mesurée directement sur les bornes secondaires du transformateur condensateur de tension, doit être inférieure à 10% de la tension qui existait entre ces bornes avant le court-circuit.

- a) L'essai doit être effectué au moins trente fois à une tension primaire dont la valeur représente 120% de la tension primaire assignée.
- b) L'essai doit être effectué dix fois avec une tension primaire correspondant au facteur de tension approprié.

Notes 1. — S'il est prévu d'utiliser en service une charge saturable, un accord doit être établi entre utilisateur et constructeur pour les essais devant être effectués à une charge égale à celle-ci ou voisine de celle-ci.

2. — Pour que la tension de la source d'alimentation ne diffère pas de plus de 10% pendant le court-circuit, de sa valeur avant le court-circuit, il convient d'avoir un circuit d'alimentation à basse impédance interne. Si l'essai est effectué sur un transformateur condensateur de tension complet, cette condition est généralement remplie à cause de la valeur relativement élevée du courant du diviseur capacitif. A l'inverse, si on utilise le circuit équivalent, on a besoin d'une impédance de source beaucoup plus faible que celle qui conviendrait pour mesurer uniquement la précision.

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 voltage divider may be tested in accordance with IEC Publication 358, 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. Ferro-resonance tests

The following tests shall be made on a complete capacitor voltage transformer—or on the equivalent circuit, provided that the relations given in Appendix B are fulfilled—to prove compliance with Clause 42.

The tests shall be made by short-circuiting the secondary terminals for at least 0.1 s, the short circuit being opened by a protective device (e.g. fuse, circuit-breaker, etc.) chosen for this purpose by agreement between manufacturer and purchaser. If no agreement has been made, the choice is left to the manufacturer. The burden of the capacitor voltage transformer after the short circuit has cleared shall be only that imposed by the recording equipment and shall not exceed 5 VA. The voltage of the power source (at the high-voltage terminal), the secondary voltage and the short-circuit current during the test shall be recorded, and oscillograms shall be part of the test report.

During the short circuit, the voltage of the power source shall not differ by more than 10% from the voltage before short circuit, and it shall remain substantially sinusoidal. The voltage drop over the short-circuit loop (contact resistance of the closed contactor included), measured directly at the secondary terminals of the capacitor voltage transformer, shall be less than 10% of the voltage at the same terminals before the short circuit.

- a) The test shall be made a minimum of thirty times at 120% of rated primary voltage.
- b) The test shall be repeated ten times at a primary voltage corresponding to the appropriate voltage factor.

Notes 1. — If it is known that a saturable burden will be used in service, agreement should be made between purchaser and manufacturer regarding the tests to be made at or near that burden.

2. — In order to ensure that the voltage of the power source does not differ, during the short circuit, by more than 10% from the voltage before short circuit, the short-circuit impedance of the supply circuit should be low. If the test is performed on a complete capacitor voltage transformer, this condition is generally fulfilled because of the relatively high current of the capacitor divider. On the contrary, should the equivalent circuit be employed, a much lower impedance source than that which would be suitable for accuracy measurement only is necessary.

49. Essai de réponse transitoire

L'essai pour prouver la conformité à l'article 43 doit être effectué sur le transformateur condensateur de tension complet — ou sur circuit équivalent, à condition que les relations indiquées à l'annexe B soient satisfaites — en court-circuitant les bornes à haute et basse tension, celle-ci étant réunie à la terre, le transformateur condensateur de tension étant alimenté sous sa tension primaire assignée avec une charge égale à 25%, puis à 100% de la charge assignée. Utiliser:

- a) soit une charge série composée d'une résistance pure en série avec une inductance;
- b) soit une charge série-parallèle composée de deux impédances en parallèle, l'une étant constituée par une résistance pure et l'autre ayant un facteur de puissance de 0,5.

Le schéma des circuits est donné à l'annexe C avec les valeurs des composants pour les deux types de charge.

En l'absence d'accord préalable, le choix entre les charges *a)* ou *b)* est laissé au constructeur.

La tension résiduelle secondaire doit être enregistrée sur un oscillographe. Les oscillogrammes font partie du 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 celle-ci. Dans ce dernier cas, le déphasage de la tension primaire ne doit pas différer de plus de $\pm 20^\circ$ entre crête et passage par zéro.

50. Essais concernant la précision

Les essais doivent être effectués à la fréquence assignée, à la température ambiante du lieu d'exécution des essais et aux deux températures extrêmes sur le transformateur condensateur de tension complet ou sur circuit équivalent pour les matériels de classe 1 et des classes supérieures. Pour les classes 0,5 et 0,2, l'emploi d'un circuit équivalent ou le mode de calcul de l'influence de la température doit faire l'objet d'un accord entre constructeur et utilisateur.

Note. — Les essais effectués aux températures extrêmes sur transformateur condensateur de tension complet sont plus sévères que les essais sur circuit équivalent ou qu'un calcul de l'influence de la température, mais ils sont difficiles à exécuter et dispendieux. Les essais effectués sur transformateur condensateur de tension complet donnent aussi les meilleures informations qu'il est possible d'obtenir sur les erreurs de mesure qui peuvent apparaître en service par suite des variations de la température ambiante.

Si on utilise le circuit équivalent, il faut effectuer deux mesures dans des conditions identiques de tension, de fréquence, de charge et de température prises dans les domaines normaux de référence: une mesure sur appareil complet et une mesure sur circuit équivalent.

La différence entre les résultats de ces deux mesures ne doit pas dépasser 50% de la classe de précision (par exemple 0,25% et 10 min pour la classe de précision 0,5); il faut naturellement en tenir compte dans la détermination des erreurs commises aux limites de température et de fréquence pour le transformateur condensateur de tension complet.

49. Transient response test

The test to prove compliance with Clause 43 shall be made on a complete capacitor voltage transformer—or on the equivalent circuit, provided that the relations given in Appendix B are fulfilled—by short-circuiting the high-voltage and earthed low-voltage terminals while the capacitor voltage transformer is operating at rated primary voltage at 25% and 100% rated burden. The burden shall be one of the two following possibilities:

- a) series burden composed of a pure resistance and an inductive reactance connected in series;
- b) series-parallel burden composed of two impedances connected in parallel. One impedance is a pure resistance and the other one has a power factor of 0.5.

The circuit diagrams and the values of the components of both burdens are given in Appendix C.

If no agreement has been made, the choice between burden *a)* or *b)* is left to the manufacturer.

The collapse of the secondary voltage shall be recorded on an oscillograph, and oscillograms shall be part of the test report.

The test shall be made either ten times at random, or twice at the peak of the primary voltage and twice at the zero passage of primary voltage. In the last case the phase angle of the primary voltage shall not differ from more than ± 20 electrical degrees of the peak and zero passage.

50. Tests for accuracy

The tests should be made at rated frequency, at room temperature and at both extreme temperatures on a complete capacitor voltage transformer, or on the equivalent circuit for class 1 and above. For classes 0.5 and 0.2 the use of the equivalent circuit, or a calculation of the influence of temperature shall be agreed upon between purchaser and manufacturer.

Note. — Tests at extreme temperatures on a complete capacitor voltage transformer are more severe than tests on the equivalent circuit or than a calculation of the temperature influence, but are very difficult to perform and expensive. Tests on a complete capacitor voltage transformer give also the best possible indication concerning the measuring errors which may appear in service because of the changes in ambient temperature.

If the equivalent circuit is used, two measurements under identical conditions of voltage, burden, frequency and temperature—within the standard reference range—have to be carried out once on the complete apparatus and once with the equivalent circuit.

The difference between the results of these two measurements must not exceed 50% of the accuracy class (for instance 0.25% and 10 min for accuracy class 0.5) and must, of course, be taken into account in determining the errors of the complete capacitor voltage transformer at the limits of temperature and frequency.

Si l'on connaît les caractéristiques de température du diviseur capacitif dans le domaine de référence de la température, les erreurs aux températures extrêmes peuvent être déterminées par des calculs effectués d'après les résultats des mesures à une température donnée et d'après le coefficient de température du diviseur capacitif. En variante, on peut seulement effectuer une mesure à température ordinaire sur un circuit équivalent si la capacité équivalente — condensateur fait spécialement pour cet usage — est adaptée aux valeurs de capacité qui correspondent aux températures extrêmes, tenant compte du coefficient de température du diviseur capacitif réel.

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

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

- Notes* 1. — Les mesures de la capacité et du coefficient de température des condensateurs font partie des prescriptions de la Publication 358 de la CEI.
2. — Les essais mettent en évidence l'effet de la charge, de la tension, de la fréquence et de la température sur la capacité équivalente $C_1 + C_2$. Il faut veiller au fait qu'on ne peut déterminer l'effet de la température sur le bobinage inductif et les résistances de l'enroulement de l'élément électromagnétique qu'à condition de soumettre ce dernier aux températures extrêmes. Pour obtenir une indication supplémentaire sur les variations du rapport du diviseur capacitif causées par la température, il est recommandé de mesurer les erreurs de tension et les déphasages avant et immédiatement après ou pendant l'essai d'échauffement de l'article 46 effectué directement sur le transformateur condensateur de tension. Dans ce cas, la mesure, comme l'essai d'échauffement, ne peut être effectuée sur le circuit équivalent ou sur l'élément électromagnétique seul.
3. — L'expérience acquise actuellement en service a montré que l'on pouvait utiliser de manière satisfaisante des transformateurs condensateurs de tension de la classe de précision 0,5. Malheureusement, il n'est pas possible, pour l'instant, de recommander des essais qui donneraient des conclusions satisfaisantes sur le taux d'influence de variations soudaines de température, de conditions atmosphériques particulières, des capacités parasites et des courants de fuite sur les erreurs de tension et les déphasages. On ne peut évaluer ces influences qu'à partir de considérations théoriques.

SECTION VINGT-QUATRE — ESSAIS INDIVIDUELS

51. Essais diélectriques à fréquence industrielle

51.1 *Diviseur de tension capacitif*

Les essais sur le diviseur de tension capacitif doivent être effectués conformément à la Publication 358 de la CEI.

51.2 *Borne à basse tension du diviseur capacitif de tension*

Les diviseurs capacitifs pourvus d'une borne à basse tension doivent être soumis pendant 1 min à une tension d'essai appliquée entre la borne à basse tension et la borne de terre.

La tension d'essai est une tension alternative de valeur efficace de 10 kV.

Provided the temperature characteristics of the capacitor divider are known over the reference range of temperature, the errors at extreme values of temperature may be determined by calculations based on the measured results at one temperature and the temperature coefficient of the capacitor divider. Alternatively, a measurement at room temperature only may be performed on the equivalent circuit if the equivalent capacitance—e.g. a capacitor made especially for this purpose—is adapted to the capacitance values corresponding to the temperature extreme values, taking into account the temperature coefficient of the actual capacitor divider.

Tests at a constant value of temperature shall be made at the extreme values of frequency.

The actual values of test frequency and test temperature shall be part of the test report.

- Notes*
1. — Measurement of the capacitance and of the temperature coefficient of the capacitors is part of the requirements of IEC Publication 358.
 2. — The tests show the influence of burden, voltage and frequency as well as of temperature on the equivalent capacitance $C_1 + C_2$. Attention should be paid to the fact that the temperature effect on the inductive reactance and on the winding resistances of the electromagnetic unit can be determined only if the actual electromagnetic unit is subjected to the extreme temperatures. As a supplementary indication concerning changes in the capacitor divider ratio caused by temperature, it is recommended to measure the voltage errors and phase displacements before and immediately after—or during—the temperature-rise test of Clause 46 performed as a direct test on the capacitor voltage transformer. In this case, the measurement as well as the temperature rise test cannot be performed on the equivalent circuit or on the electromagnetic unit alone.
 3. — Present-day service experience has shown that capacitor voltage transformers may be used satisfactorily in the accuracy class 0.5. Unfortunately it is at present not possible to recommend tests, resulting in satisfactory conclusions concerning the amount of influence of sudden changes in temperature, of particular weather conditions, of stray capacitances and of leakage currents on the voltage errors and phase displacements. These influences can be evaluated only by theoretical considerations.

SECTION TWENTY-FOUR — ROUTINE TESTS

51. Power-frequency tests

51.1 Capacitor voltage divider

Tests on the capacitor voltage divider shall be made in accordance with IEC Publication 358.

51.2 Low-voltage terminal of the capacitor voltage divider

Capacitor dividers with a low-voltage terminal shall be subjected for 1 min to a test voltage between the low-voltage and earth terminals.

The test voltage shall be an a.c. voltage of 10 kV (r.m.s. value).

Si la borne à basse tension n'est pas exposée aux intempéries ou si un dispositif de couplage pour courant porteur protégé contre les surtensions est incorporé au transformateur condensateur de tension, une tension d'essai plus faible (par exemple 4 kV) peut faire l'objet d'un accord entre constructeur et utilisateur.

51.3 Élément électromagnétique

Pour cet essai, l'élément électromagnétique peut être déconnecté du diviseur capacitif.

La tension d'essai peut être soit appliquée entre la borne intermédiaire et la borne de terre, soit induite à partir de l'enroulement secondaire. Dans l'un et l'autre cas, la valeur de la tension doit être égale au quotient de la valeur de la tension d'essai de l'ensemble du diviseur capacitif de tension par le rapport de tension.

Pour éviter un courant magnétisant excessif, la fréquence peut être augmentée et la durée d'application de la tension réduite, conformément au paragraphe 12.2b) (chapitre I).

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.

52. Essais concernant la précision

Les essais concernant la précision doivent être effectués sur les transformateurs condensateurs de tension complets ou sur le circuit équivalent, à une valeur de la fréquence comprise dans le domaine de référence normal de la fréquence et à une valeur de la température comprise dans le domaine de référence de la température.

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

Note. — Les essais effectués sur circuit équivalent sont généralement moins précis que ceux qui sont effectués sur le circuit complet.

Il est admis que les essais individuels de série 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 aux prescriptions concernant la précision.

Les essais peuvent être effectués sur circuit équivalent si:

- a) l'essai de type conforme à l'article 50 a montré que la différence entre les valeurs mesurées sur le circuit complet et sur le circuit équivalent est inférieure à 20% de la classe de précision, soit par exemple inférieure à 0,2% et 8 min pour la classe de précision 1;
- b) l'imprécision dans la détermination du rapport du diviseur capacitif, obtenue par exemple en mesurant chaque capacité séparément (capacité de chaque élément et capacité du condensateur C_2 de tension intermédiaire), est inférieure à 20% de la classe de précision, soit par exemple inférieure à 0,2% pour la classe de précision 1;

If the low-voltage terminal is not exposed to the weather or if a carrier frequency coupling device with overvoltage protection is part of the capacitor voltage transformer, a lower value of test voltage (e.g. 4 kV) may be agreed upon between manufacturer and purchaser.

51.3 Electromagnetic unit

For this test, the electromagnetic unit may be disconnected from the capacitor divider.

The test voltage may be either applied between the intermediate voltage terminal and earth or, alternatively, introduced from the secondary winding. In either case, it shall have a value equal to the test voltage for the whole of the capacitor voltage divider, divided by its voltage ratio.

The frequency may be increased to prevent excessive magnetizing current and the test shall be applied for a time in accordance with Sub-clause 12.2b) (Chapter I).

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.

52. Tests for accuracy

Tests for accuracy shall be made on the complete capacitor voltage transformer or on the equivalent circuit at one value of frequency within the standard reference range of frequency, and at one value of temperature within the standard reference range of temperature.

The actual values of test frequency and test temperature shall be part of the test report.

Note. — Tests on the equivalent circuit are generally less accurate than tests on the complete circuit.

Routine tests at a reduced number of voltages and/or burdens are permissible provided it has been shown by type test on a similar capacitor voltage transformer that such a reduced number of tests is sufficient to prove compliance with the accuracy requirements.

Tests on the equivalent circuit can be performed if:

- a) the type test according to Clause 50 has shown that the difference between the measured values on the complete circuit and the equivalent circuit is smaller than 20% of the accuracy class, for example smaller than 0.2% and 8 min for accuracy class 1;
- b) the inaccuracy in the determination of the capacitor divider ratio, for example by measurement of each capacitance separately (capacitances of each unit and of the intermediate-voltage capacitor C_2), is smaller than 20% of the accuracy class, for example smaller than 0.2% for accuracy class 1;

- c) l'essai de type conforme à l'article 50 a montré que les limites d'erreurs admises pour la classe de précision ne sont pas dépassées par l'effet combiné de la charge, de la fréquence, de la température et des imprécisions mentionnées aux points a) et b).

L'annexe D donne plus de détails sur l'emploi du circuit équivalent.

SECTION VINGT-CINQ — MARQUAGE

53. Indications à porter sur la plaque signalétique d'un transformateur condensateur de tension

Le transformateur condensateur de tension (ou l'élément électromagnétique, s'il est séparé) doit porter sur sa plaque signalétique les indications complémentaires suivantes:

- a) les mots «transformateur condensateur de tension» ou une indication analogue;
- b) la capacité assignée entre bornes à haute et à basse tension:

$$C_N = \frac{C_1 \times C_2}{C_1 + C_2}$$

- c) les numéros d'identification des condensateurs élémentaires appartenant au transformateur condensateur de tension (si la batterie de condensateurs comprend plus d'un élément);
- d) seulement dans le cas où une borne intermédiaire reste accessible une fois le transformateur condensateur de tension complètement assemblé:
- la tension intermédiaire assignée en circuit ouvert, en volts ou en kilovolts;
 - le rapport de tension mesuré.

La figure 12 donne un exemple type de plaque signalétique.

- c) the type test according to Clause 50 has shown that the limits of error of the accuracy class will not be surpassed as a combined effect of the burden, frequency, temperature and inaccuracy mentioned under Items a) and b).

For more details concerning the use of the equivalent circuit, see Appendix D.

SECTION TWENTY-FIVE — MARKING

53. Marking of the rating plate of a capacitor voltage transformer

The capacitor voltage transformer (or the electromagnetic unit if separate) shall carry the following additional information on the rating plate:

- a) the words “capacitor voltage transformer” or a similar reference;
b) rated capacitance between high-voltage and low-voltage terminals:

$$C_N = \frac{C_1 \times C_2}{C_1 + C_2}$$

- c) identification numbers of the capacitor units belonging to the capacitor voltage transformer (in the case where the capacitor stack is composed of more than one unit);
d) only in the cases where an intermediate terminal is still accessible when the capacitor voltage transformer is completely assembled:
— rated open-circuit intermediate voltage, in volts or kilovolts;
— the measured voltage ratio.

A typical example of rating plate is given in Figure 12.

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
245/460/1 050 kV	1,9 U_n 30 s	C1: 0,5	3P		6P
C_N pF		Condensateurs élémentaires N°			

FIG. 12. — Exemple type de plaque signalétique.

L'ensemble diviseur capacitif doit porter les marques conformes à la Publication 358 de la CEI.

Note. — Les informations mentionnées ci-dessus peuvent figurer sur deux plaques signalétiques, l'une pour la partie magnétique et l'autre pour la partie capacitive.

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
245/460/1 050 kV	1.9 U_n 30 s	C1: 0.5	3P		6P
C_N pF		Capacitor units No.			

FIG. 12. — Example of a typical rating plate

The capacitor divider unit shall carry markings in accordance with IEC Publication 358.

Note. — The above-mentioned information may be indicated on two rating plates, one for the magnetic part and one for the capacitive part.

ANNEXE A

SCHÉMA TYPE ET SCHÉMA DU CIRCUIT ÉQUIVALENT D'UN TRANSFORMATEUR CONDENSATEUR DE TENSION

APPENDIX A

TYPICAL AND EQUIVALENT DIAGRAMS FOR A CAPACITOR VOLTAGE TRANSFORMER

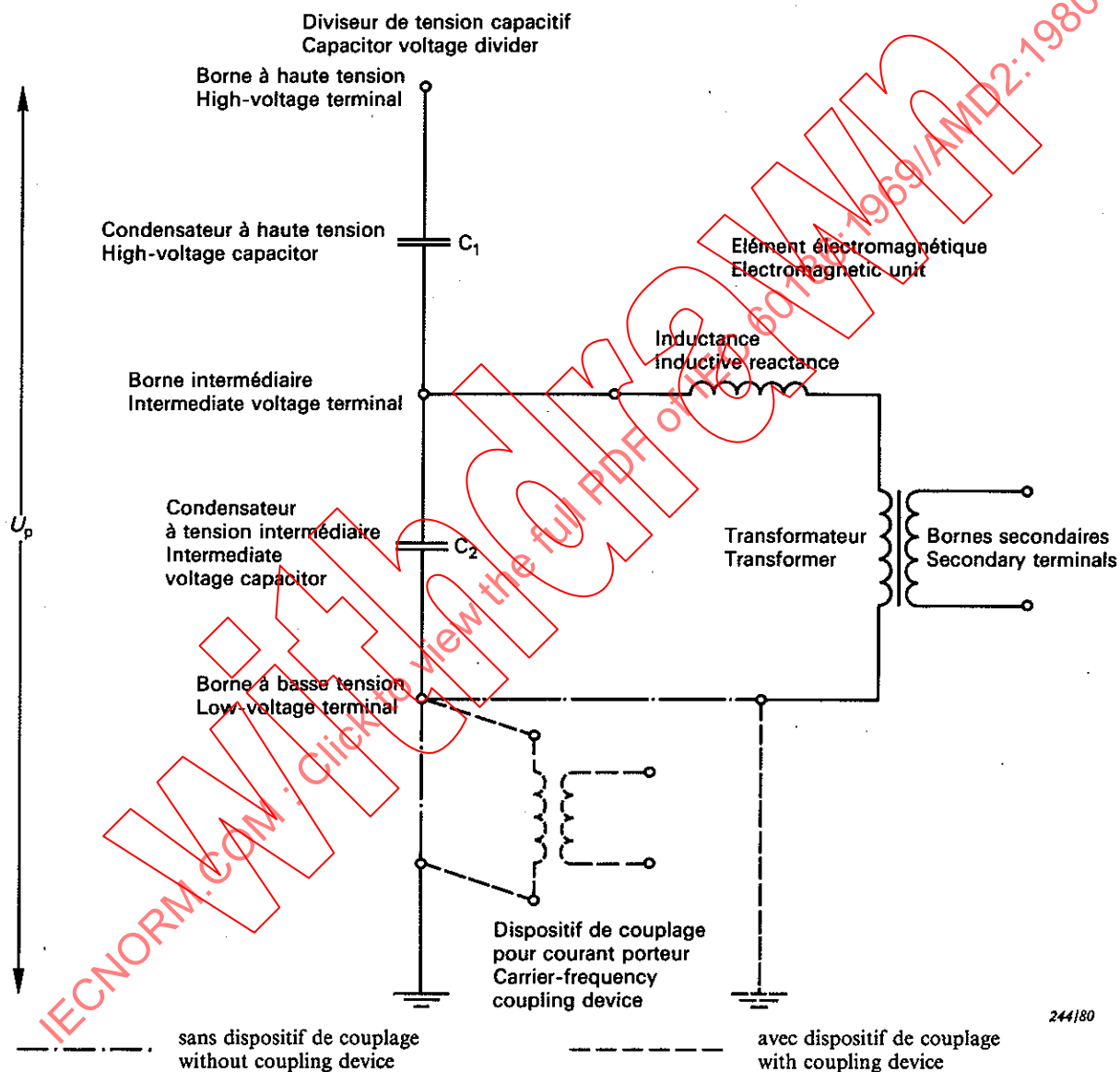
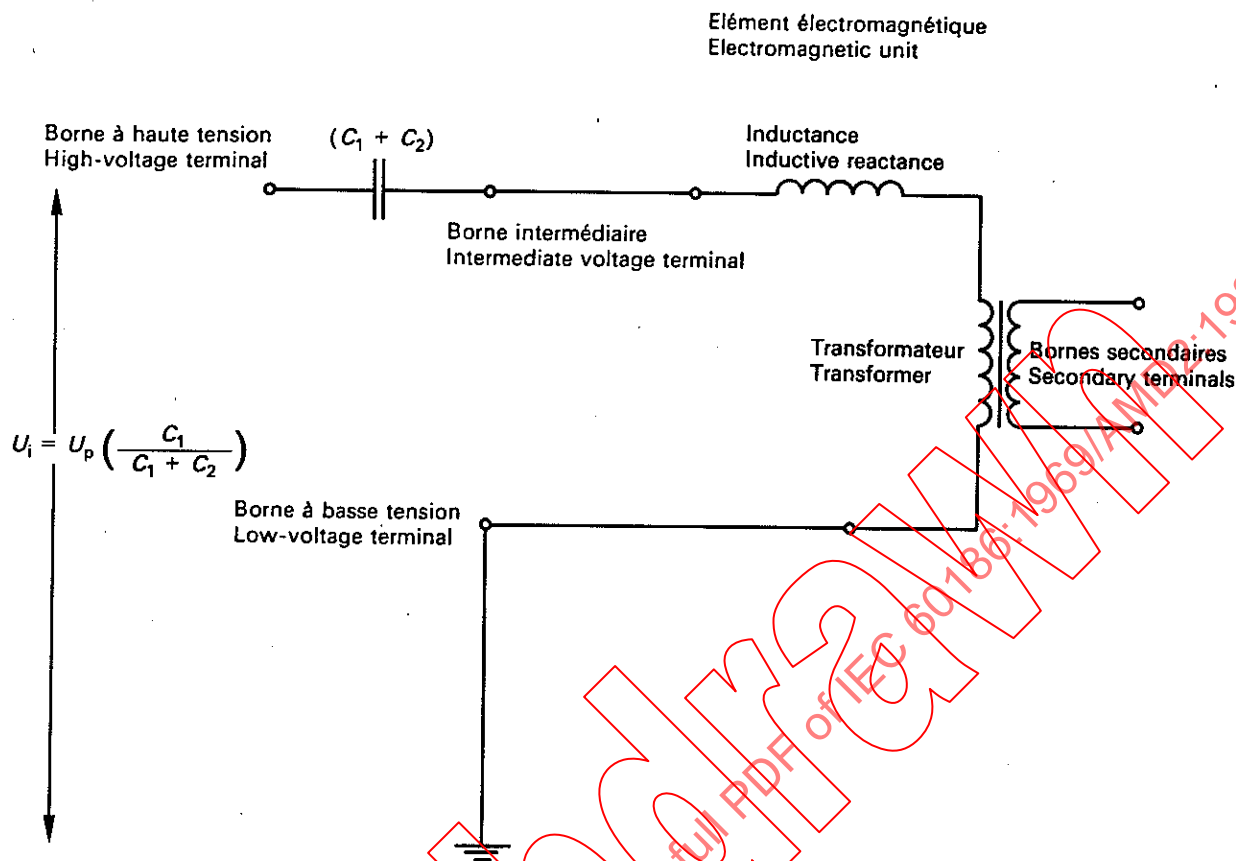


FIG. A1. — Schéma type d'un transformateur condensateur de tension.
Typical diagram for a capacitor voltage transformer.



245/80

FIG. A2. — Schéma du circuit équivalent d'un transformateur condensateur de tension.
Diagram of equivalent circuit for a capacitor voltage transformer.