

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE
NORME DE LA CEI

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION
IEC STANDARD

Publication 44-3
Première édition — First edition
1980

Transformateurs de mesure
Troisième partie : Transformateurs combinés

Instrument transformers
Part 3: Combined transformers



Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale
1, rue de Varembe
Genève, Suisse

Révision de la présente publication

Le contenu technique des publications de la CEI est constamment revu par la Commission afin d'assurer qu'il reflète bien l'état actuel de la technique.

Les renseignements relatifs à ce travail de révision, à l'établissement des éditions révisées et aux mises à jour peuvent être obtenus auprès des Comités nationaux de la CEI et en consultant les documents ci-dessous :

- **Bulletin de la CEI**
- **Rapport d'activité de la CEI**
Publié annuellement
- **Catalogue des publications de la CEI**
Publié annuellement

Terminologie

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la Publication 50 de la CEI: Vocabulaire Electrotechnique International (V.E.I.), qui est établie sous forme de chapitres séparés traitant chacun d'un sujet défini, l'Index général étant publié séparément. Des détails complets sur le V.E.I. peuvent être obtenus sur demande.

Les termes et définitions figurant dans la présente publication ont été soit repris du V.E.I., soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

Symboles graphiques et littéraux

Pour les symboles graphiques, symboles littéraux et signes d'usage général approuvés par la CEI, le lecteur consultera :

- la Publication 27 de la CEI: Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique ;
- la Publication 117 de la CEI: Symboles graphiques recommandés.

Les symboles et signes contenus dans la présente publication ont été soit repris des Publications 27 ou 117 de la CEI, soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

Autres publications de la CEI établies par le même Comité d'Etudes

L'attention du lecteur est attirée sur la page 3 de la couverture, qui énumère les autres publications de la CEI préparées par le Comité d'Etudes qui a établi la présente publication.

Revision of this publication

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC, thus ensuring that the content reflects current technology.

Information on the work of revision, the issue of revised editions and amendment sheets may be obtained from IEC National Committees and from the following IEC sources:

- **IEC Bulletin**
- **Report on IEC Activities**
Published yearly
- **Catalogue of IEC Publications**
Published yearly

Terminology

For general terminology, readers are referred to IEC Publication 50: International Electrotechnical Vocabulary (I.E.V.), which is issued in the form of separate chapters each dealing with a specific field, the General Index being published as a separate booklet. Full details of the I.E.V. will be supplied on request.

The terms and definitions contained in the present publication have either been taken from the I.E.V. or have been specifically approved for the purpose of this publication.

Graphical and letter symbols

For graphical symbols, and letter symbols and signs approved by the IEC for general use, readers are referred to:

- IEC Publication 27: Letter symbols to be used in electrical technology ;
- IEC Publication 117: Recommended graphical symbols.

The symbols and signs contained in the present publication have either been taken from IEC Publications 27 or 117, or have been specifically approved for the purpose of this publication.

Other IEC publications prepared by the same Technical Committee

The attention of readers is drawn to the inside of the back cover, which lists other IEC publications issued by the Technical Committee which has prepared the present publication.

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE
NORME DE LA CEI

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION
IEC STANDARD

Publication 44-3

Première édition — First edition

1980

Transformateurs de mesure
Troisième partie: Transformateurs combinés

Instrument transformers
Part 3: Combined transformers

Mots clés: transformateurs combinés de tension et de courant, exigences, essais.

Key words: combined voltage and current transformers, requirements, testing.



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
SECTION UN — GÉNÉRALITÉS	
Articles	
1. Domaine d'application et objet	6
2. Définition	6
SECTION DEUX — LIMITES D'ERREUR	
3. Généralités	6
4. Influence mutuelle	6
5. Limites d'échauffement	8
SECTION TROIS — ESSAIS DE TYPE	
6. Essai de choc	8
7. Essai d'échauffement	8
8. Essais de précision	10
SECTION QUATRE — ESSAIS INDIVIDUELS DE SÉRIE	
9. Vérification du marquage des bornes et des indications de la plaque signalétique	14
10. Essais diélectriques à fréquence industrielle	16
11. Mesures des décharges partielles	16
12. Essais de précision	16
SECTION CINQ — MARQUAGE	
13. Marquage des bornes	16
14. Marquage des plaques signalétiques	16
FIGURES	18
ANNEXE A — Influence mutuelle des transformateurs de courant et de tension	22

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
PREFACE	5
SECTION ONE — GENERAL	
Clause	
1. Scope and Object	7
2. Definition	7
SECTION TWO — LIMITS OF ERROR	
3. General	7
4. Mutual influence	7
5. Limits of temperature rise	9
SECTION THREE — TYPE TESTS	
6. Impulse voltage test	9
7. Temperature-rise test	9
8. Tests for accuracy	11
SECTION FOUR — ROUTINE TESTS	
9. Verification of terminal and rating plate markings	15
10. Power-frequency tests	17
11. Measurement of partial discharges	17
12. Test for accuracy	17
SECTION FIVE — MARKING	
13. Terminal markings	17
14. Rating plate markings	17
FIGURES	19
APPENDIX A — The mutual influence of current and voltage transformers	23

COMMISSION ELECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

TRANSFORMATEURS DE MESURE

Troisième partie: Transformateurs combinés

PRÉAMBULE

- 1) Les décisions ou accords officiels de la CEI 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 l'unification internationale, la CEI exprime le vœu que tous les Comités nationaux adoptent dans leurs règles nationales le texte de la recommandation de la CEI, dans la mesure où les conditions nationales le permettent. Toute divergence entre la recommandation de la CEI et la règle nationale correspondante doit, dans la mesure du possible, être indiquée en termes clairs dans cette dernière.

PRÉFACE

La présente norme a été établie par le Comité d'Etudes N° 38 de la CEI: Transformateurs de mesure.

Le premier projet fut discuté lors de la réunion tenue à Nice en 1976. A la suite de cette réunion, un projet, document 38(Bureau Central)34, fut soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois en août 1977.

Les Comités nationaux des pays suivants se sont prononcés explicitement en faveur de la publication:

Afrique du Sud (République d')	Israël
Allemagne	Italie
Australie	Japon
Autriche	Pays-Bas
Belgique	Pologne
Danemark	Roumanie
Egypte	Royaume-Uni
Espagne	Suisse
Finlande	Turquie
France	Yougoslavie
Hongrie	

Autres publications de la CEI citées dans la présente norme:

- Publications n°s 44-4: Transformateurs de mesure, Quatrième partie: Mesure des décharges.
- 185: Transformateurs de courant.
- 186: Transformateurs de tension (réimpression comprenant la Publication 186A).
- 270: Mesure des décharges partielles.

Les Publications 185 et 186 de la CEI ont remplacé l'ancienne Publication 44 (1931) de la CEI. Lorsqu'elles seront rééditées, elles porteront les numéros 44-1 et 44-2, respectivement. La présente publication doit donc être considérée comme la suite des deux premières.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

INSTRUMENT TRANSFORMERS

Part 3: Combined transformers

FOREWORD

- 1) The formal decisions or agreements of the IEC 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 international unification, the IEC expresses the wish that all National Committees should adopt the text of the IEC recommendation for their national rules in so far as national conditions will permit. Any divergence between the IEC recommendation and the corresponding national rules should, as far as possible, be clearly indicated in the latter.

PREFACE

This standard has been prepared by IEC Technical Committee No. 38: Instrument Transformers.

The first draft was discussed at the meeting held in Nice in 1976. As a result of this meeting, a draft, Document 38(Central Office)34, was submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in August 1977.

The National Committees of the following countries voted explicitly in favour of publication:

Australia	Japan
Austria	Netherlands
Belgium	Poland
Denmark	Romania
Egypt	South Africa (Republic of)
Finland	Spain
France	Switzerland
Germany	Turkey
Hungary	United Kingdom
Israel	Yugoslavia
Italy	

Other IEC publications quoted in this standard:

Publications Nos.	44-4:	Instrument Transformers, Part 4: Measurement of Partial Discharges.
	185:	Current Transformers.
	186:	Voltage Transformers (reprint including Publication 186A).
	270:	Partial Discharge Measurements.

IEC Publications 185 and 186 have superseded IEC Publication 44 (1931). When reissued they will be numbered as Publications 44-1 and 44-2, respectively. This publication is therefore to be considered as the continuation of the first two.

TRANSFORMATEURS DE MESURE

Troisième partie: Transformateurs combinés

SECTION UN — GÉNÉRALITÉS

1. Domaine d'application et objet

La présente norme rassemble les prescriptions et les essais qu'il convient d'ajouter, dans le cas des transformateurs combinés, aux prescriptions et aux essais des Publications 185 et 186 de la CEI sur les transformateurs de courant et les transformateurs de tension, y compris les transformateurs-condensateurs de tension.

2. Définition

Transformateur combiné

Transformateur qui comprend un transformateur de courant et un transformateur de tension dans une enveloppe commune.

SECTION DEUX — LIMITES D'ERREUR

3. Généralités

Les limites d'erreur des transformateurs combinés pour mesures doivent être conformes aux prescriptions pour les transformateurs de courant pour mesures, indiquées dans la section huit de la Publication 185 de la CEI, et à celles pour les transformateurs de tension pour mesures indiquées dans la section neuf de la Publication 186 de la CEI. Les limites d'erreur des transformateurs combinés pour protection doivent être conformes aux prescriptions pour les transformateurs de courant pour protection, indiquées dans la section douze de la Publication 185 de la CEI, et à celles pour les transformateurs de tension pour protection et pour les transformateurs-condensateurs de tension, indiquées respectivement dans la section treize et la section dix-neuf de la Publication 186 de la CEI.

4. Influence mutuelle

- 4.1 Lorsque le transformateur de courant est traversé par un courant compris entre 5% du courant assigné* et le courant assigné thermique continu (courant d'échauffement), l'erreur de tension et le déphasage du transformateur de tension ne doivent pas dépasser les limites qui correspondent à sa classe de précision pour la gamme spécifiée des valeurs de la charge de précision, et pour toute tension comprise entre 80% et 120% de la tension assignée.

* Le terme français «assigné» défini dans le chapitre 151 du Vocabulaire Electrotechnique International (V.E.I.), (terme 151-04-03) est utilisé ici et correspond au terme «nominal» utilisé actuellement dans les Publications 185 et 186 de la CEI. La généralisation de l'emploi en français du terme «assigné» dans l'ensemble de ces publications sera faite ultérieurement dans le cadre de leur révision.

INSTRUMENT TRANSFORMERS

Part 3: Combined transformers

SECTION ONE — GENERAL

1. Scope and object

This standard covers the requirements and tests in addition to the requirements and tests of IEC Publications 185 and 186 for current and voltage transformers, including capacitor voltage transformers, that are necessary for combined instrument transformers.

2. Definition

Combined instrument transformer

A transformer consisting of a current and a voltage transformer in the same casing.

SECTION TWO — LIMITS OF ERROR

3. General

The limits of error for combined measuring transformers shall correspond to the requirements for measuring current transformers, indicated in Section Eight of IEC Publication 185, and to the requirements for measuring voltage transformers, indicated in Section Nine of IEC Publication 186. The limits of error for combined protective transformers shall correspond to the requirements for protective current transformers, indicated in Section Twelve of IEC Publication 185, and to the requirements for protective voltage transformers, indicated in Section Thirteen, of IEC Publication 186, and to the requirements for capacitor voltage transformers, indicated in Section Nineteen of IEC Publication 186.

4. Mutual influence

- 4.1. When operating the current transformer between 5% of the rated current and the rated continuous thermal current, the voltage transformer shall not exceed the limits of voltage error and phase displacement corresponding to its class within the specified range of burden and between 80% and 120% of the rated voltage.

Note to the French text only.

La charge des enroulements secondaires du transformateur de courant n'a pas d'influence sur le résultat. Ceux-ci peuvent donc être court-circuités.

- 4.2 Lorsque le transformateur de tension est soumis à une tension comprise entre 80% de la tension assignée et la tension assignée multipliée par le facteur de tension assigné, l'erreur de courant et le déphasage du transformateur de courant ne doivent pas dépasser les limites qui correspondent à sa classe de précision et à la gamme de ses courants, pour toute charge comprise entre 25% et 100% de la charge de précision.
- 4.3 La plaque signalétique du transformateur de tension doit porter la valeur de la tension U_e induite par le courant de court-circuit assigné thermique traversant le transformateur de courant, lorsque l'enroulement primaire du transformateur de tension est court-circuité. La tension induite est mesurée aux bornes de l'enroulement secondaire chargé à 15 VA ou à la charge de précision.

Note. — A la place de la tension U_e induite par le courant de court-circuit assigné thermique, la plaque signalétique peut porter l'indication de la proportion de la tension induite au courant traversant le transformateur de courant en millivolts par kiloampère.

5. Limites d'échauffement

Les échauffements d'un transformateur combiné ne doivent pas dépasser les valeurs appropriées de l'article 9 de la Publication 185 de la CEI ou de l'article 8 de la Publication 186 de la CEI, respectivement, sous l'effet simultané d'une tension telle que celle indiquée à l'article 8 de la Publication 186 de la CEI et d'un courant primaire égal au courant assigné thermique continu traversant le transformateur de courant. La charge du transformateur de courant, de facteur de puissance unitaire, doit correspondre à la puissance de précision, et celle du transformateur de tension doit être égale à la charge de précision, ou à la plus élevée de celles-ci s'il y en a plusieurs, avec un facteur de puissance compris entre 0,8 arriéré et 1. La tolérance supplémentaire de 10 K prévue dans certains cas pour les transformateurs de tension est également applicable aux transformateurs de courant des transformateurs combinés.

SECTION TROIS — ESSAIS DE TYPE

6. Essai de choc

Pour les essais de choc des transformateurs combinés, les ondes de choc de tension doivent être appliquées à l'enroulement primaire en court-circuit du transformateur de courant, relié à la borne de l'enroulement primaire du transformateur de tension connectée en service à la ligne haute tension.

Les conditions d'essai sont celles de l'article 21 de la Publication 185 de la CEI pour les transformateurs de courant et celles des articles 15 et 47 de la Publication 186 de la CEI pour les transformateurs de tension et pour les transformateurs-condensateurs de tension respectivement.

7. Essai d'échauffement

Un essai sera fait pour prouver la conformité à l'article 5. Pour cet essai, on considérera que les températures des transformateurs de mesure combinés sont stabilisées lorsque l'accroissement de l'échauffement ne dépassera pas 1 K par heure. La température ambiante peut être comprise entre 10 °C et 30 °C.

As in this case the burden of the current transformer is not important, its secondary windings may be short-circuited.

- 4.2 When operating the voltage transformer between 80% of the rated voltage and rated voltage multiplied by rated voltage factor, the current transformer shall not exceed the limits of current error and phase displacement within the range of current corresponding to its class at any value from 25% to 100% of rated burden.
- 4.3 The voltage transformer shall carry on the rating plate the value of the voltage U_e induced by the r.m.s. value of the rated short-time thermal current flowing through the current transformer, when the primary winding of the voltage transformer is short-circuited. The induced voltage is measured at the terminals of the secondary winding of the voltage transformer loaded with 15 VA or rated burden.

Note. — Instead of the voltage U_e induced by the r.m.s. value of the rated short-time thermal current, the rating plate can carry the indication of the proportion of induced voltage to the current flowing through the current transformer in millivolts per kiloampere.

5. Limits of temperature rise

The temperature rise of a combined instrument transformer shall not exceed the appropriate values of Clause 9 of IEC Publication 185 and of Clause 8 of IEC Publication 186, respectively, if a voltage as indicated in IEC Publication 186, Clause 8 is applied to it and the current transformer is carrying a primary current equal to the rated continuous thermal current with a unity power-factor burden corresponding to the rated output and the voltage transformer being loaded at rated burden, or at the highest rated burden if there are several rated burdens, and at a power factor between 0.8 lagging and unity. The additional tolerance of 10 K proposed in some cases for the voltage transformers is also applicable for the current transformers of the combined instrument transformers.

SECTION THREE — TYPE TESTS

6. Impulse voltage test

In the case of impulse voltage tests for combined instrument transformers, the impulse voltage waves shall be applied to the short-circuited primary winding of the current transformer connected to the terminal of the voltage transformer primary winding, which is at high voltage when being operated.

The tests are carried out as indicated in Clause 21 of IEC Publication 185 for current transformers, and in Clauses 15 and 47 of IEC Publication 186 for voltage transformers and for capacitor voltage transformers respectively.

7. Temperature-rise test

A test shall be made to prove compliance with Clause 5. For the purpose of this test, combined instrument transformers shall be considered to have attained a steady-state temperature when the rate of temperature rise does not exceed 1 K per hour. The ambient temperature may be between 10 °C and 30 °C.

Lorsqu'il y a plus d'un enroulement secondaire, les essais doivent être faits avec les charges de précision appropriées sur chaque enroulement secondaire, à moins d'un accord contraire entre constructeur et utilisateur. Pour l'essai, le transformateur doit être monté d'une façon représentative du montage en service. Le courant et la tension prescrits sont appliqués simultanément au transformateur combiné. Pour cela, il est nécessaire que l'enroulement primaire et l'enroulement secondaire à courant fort du transformateur fournissant le courant qui excite le transformateur de courant soient isolés l'un par rapport à l'autre pour la pleine tension de ligne.

Si l'on ne dispose pas d'un tel transformateur, le transformateur combiné peut être isolé de la terre. La tension est alors appliquée simultanément au bâti, à l'enveloppe, à la borne de l'enroulement primaire destinée à être raccordée à la terre pendant le service, et à une borne de chacun des enroulements secondaires, tandis que la borne de l'enroulement primaire, raccordée à la ligne pendant le service, est mise à la terre. Ainsi, l'isolation du transformateur produisant le courant n'a pas besoin d'être dimensionnée pour la haute tension.

Les résultats des deux méthodes sont identiques.

L'échauffement des enroulements sera mesuré par la méthode de variation de résistance, mais, pour des enroulements primaires du transformateur de courant dont la résistance est très faible, on peut utiliser des thermocouples. L'échauffement des parties autres que les enroulements peut être mesuré au moyen de thermomètres ou de thermocouples.

8. Essais de précision

- 8.1 Les essais de précision doivent être effectués, pour les transformateurs de courant, conformément aux articles 29 et 39 de la Publication 185 de la CEI, et, pour les transformateurs de tension, conformément aux articles 23, 32 et 50 de la Publication 186 de la CEI.
- 8.2 Dans le cas des transformateurs combinés, l'influence du transformateur de courant sur le transformateur de tension doit être déterminée comme suit:
 - 8.2.1 Tout d'abord, l'erreur de tension ϵ_v et le déphasage δ_v du transformateur de tension sont déterminés conformément aux articles 23, 32 et 50 de la Publication 186 de la CEI, le transformateur de courant n'étant traversé par aucun courant et la charge étant égale à la charge de précision, puis à 25% de la charge de précision (Mesure 1). Puis le transformateur de courant est alimenté au courant assigné thermique continu.

Le conducteur d'alimentation du transformateur de courant doit former une boucle fermée horizontale, à la hauteur des bornes primaires (voir figure 1, page 18). La distance du conducteur de retour doit correspondre à la distance entre phases du réseau. L'enroulement primaire du transformateur de tension est court-circuité avec une connexion ayant la plus faible longueur possible et placée dans le plan vertical des bornes primaires du transformateur de courant.

La tension induite par le courant dans le transformateur de tension est mesurée au moyen d'un millivoltmètre ou d'un oscilloscope aux bornes secondaires. Cette tension U_v est une mesure de la variation maximale de l'erreur de tension.

Il est recommandé de charger le transformateur de tension avec une charge égale à une charge de précision de 15 VA pour éviter des erreurs dues à des tensions parasites (Mesure 2). Il suffit de rapporter la variation $\Delta\epsilon$ à 2% de la tension secondaire assignée pour les transformateurs pour protection et à 80% de la tension secondaire assignée pour les transformateurs pour mesure.

La plus grande variation possible de l'erreur de tension est alors:

$$\pm \Delta\epsilon_v = \frac{U_v}{0,8 U_{SN}} \cdot 100 \text{ en pour-cent, à 80\% de la tension assignée secondaire;}$$

When there is more than one secondary winding, the tests shall be made with the appropriate rated burden connected to each secondary winding unless otherwise agreed between manufacturer and user. For the test, the transformer shall be mounted in a manner representative of the mounting in service. The prescribed current and voltage are applied simultaneously to the combined instrument transformer. For this purpose, it is necessary that the primary winding and the secondary winding of the transformer generating the high current which excites the current transformers are insulated the one in relation to the other for the full voltage of the network.

If such a transformer is not available, the combined instrument transformer may be installed insulated. The high voltage is then applied simultaneously to the frame, to the casing, to the terminal of the primary winding usually earthed in service, and to one terminal of each secondary winding, whilst the terminal of the primary winding applied to the mains line in service is earthed. Thus the insulation of the transformer generating the current need not be constructed for high voltage.

The results of the two methods are the same.

The temperature rise of windings shall be measured by the increase in resistance method. For primary windings of the current transformer with very low resistance, thermocouples may be employed. The temperature rise of parts other than windings may be measured by means of thermometers or thermocouples.

8. Tests for accuracy

- 8.1 The tests for accuracy shall be carried out according to Clauses 29 and 39 of IEC Publication 185, for current transformers, and according to Clauses 23, 32 and 50 of IEC Publication 186, for voltage transformers.
- 8.2 In the case of combined instrument transformers, the influence of the current transformer on the voltage transformer has to be tested as follows:
 - 8.2.1 First, the voltage error ε_v and the phase displacement δ_v of the voltage transformer are determined with dead current transformer according to Clauses 23, 32 and 50 of IEC Publication 186 at rated burden and at 25% of the rated burden (Measurement 1). Then the current transformer is supplied with the rated continuous thermal current.

The supply line to the current transformer shall form a horizontal loop at the height of the primary terminals (see Figure 1, page 19). The distance of the return conductor shall correspond to the distance of the other phase in the mains line. The primary winding of the voltage transformer is short-circuited with a connection as short as possible, which is placed in the vertical plane of the primary terminals of the current transformer.

The voltage induced by the current in the voltage transformer is measured by a millivoltmeter or oscilloscope at the secondary terminals. This voltage U_v is a measure of the maximum variation of the voltage error.

It is recommended to load the voltage transformer with a burden that equals a rated burden of 15 VA to avoid errors by externally influenced voltage (Measurement 2). For protective transformers, it is sufficient to bring the variation $\Delta\varepsilon$ only into relation to 2% and for measuring transformers into relation to 80% of rated secondary voltage.

The greatest possible variation of the voltage error is then:

$$\pm \Delta\varepsilon_v = \frac{U_v}{0.8 U_{sN}} \cdot 100 \text{ in per cent at 80\% of rated secondary voltage;}$$

$$\pm \Delta \varepsilon_v = \frac{U_v}{0,02 U_{sN}} \cdot 100 \text{ en pour-cent, à 2\% de la tension assignée secondaire.}$$

La plus grande variation possible du déphasage est alors:

$$\begin{aligned} \pm \Delta \delta_v &= \Delta \varepsilon_v \cdot 34,4, \text{ en minutes, ou} \\ \pm \Delta \delta_v &= \Delta \varepsilon_v, \text{ en centiradians} \\ U_{sN} &\text{ tension assignée secondaire, en volts} \\ U_v &\text{ en volts.} \end{aligned}$$

Si l'on ajoute les valeurs absolues des variations de l'erreur de tension $\pm \Delta \varepsilon_v$ et du déphasage $\pm \Delta \delta_v$ aux valeurs absolues des résultats de mesurage ε_v et δ_v obtenus dans la Mesure 1 à 80% de la tension assignée avec 100% et 25% de la charge de précision, les valeurs obtenues

$$\pm \varepsilon'_v = |\varepsilon_v| + |\Delta \varepsilon_v| \text{ et } \pm \delta'_v = |\delta_v| + |\Delta \delta_v|$$

ne doivent pas dépasser les limites de l'erreur pour le transformateur de tension indiquées dans les sections neuf, treize et dix-neuf de la Publication 186 de la CEI. (Voir figure 4, page 20.)

De plus, on doit s'assurer que les erreurs de tension dues à l'influence du courant ne dépassent pas les limites de l'erreur, même à 100% et 120% de la tension assignée.

- 8.2.2 Pour vérifier la conformité aux prescriptions du paragraphe 4.3, la valeur de la tension induite par le courant de court-circuit assigné thermique, qui doit être portée sur la plaque signalétique, peut être calculée au moyen de la tension U_v mesurée au courant assigné thermique continu (courant d'échauffement) comme indiqué au paragraphe 8.2.1.

La tension induite U_e au courant de court-circuit assigné thermique est:

$$U_e = U_v \cdot p, p = \frac{I_{th}}{I_{ct}}$$

où: U_v tension induite par le courant assigné thermique continu
 I_{th} courant de court-circuit assigné thermique
 I_{ct} courant assigné thermique continu

Note. — Pour obtenir une meilleure précision, il est préférable de mesurer la tension induite U_v au courant le plus élevé possible.

- 8.3 Pour vérifier la conformité aux prescriptions du paragraphe 4.2, l'influence du transformateur de tension sur le transformateur de courant d'un transformateur combiné peut être déterminée comme suit:

L'erreur de courant ε_i et le déphasage δ_i du transformateur de courant sont déterminés conformément aux articles 29 et 39 de la Publication 185 de la CEI, le transformateur de tension n'étant pas excité (Mesure 1).

Ensuite, une tension égale à 120% de la tension assignée et de la tension assignée multipliée par le facteur de tension assigné est appliquée à la borne du transformateur de tension directement reliée à la borne du transformateur de courant, ce dernier n'étant pas excité. La tension produit dans le transformateur de courant un courant capacitif que l'on mesure sous forme de la chute de tension U_i dans une résistance R connectée aux bornes secondaires du transformateur de courant. La charge des enroulements secondaires du transformateur de tension n'a pas d'influence sur le résultat. Ceux-ci peuvent donc être à circuit ouvert.

$$\pm \Delta \varepsilon_v = \frac{U_v}{0.02 U_{sN}} \cdot 100 \text{ in per cent at 2\% of rated secondary voltage.}$$

The greatest possible variation of the phase displacement is then:

$$\pm \Delta \delta_v = \Delta \varepsilon_v \cdot 34.4, \text{ in minutes, or}$$

$$\pm \Delta \delta_v = \Delta \varepsilon_v, \text{ in centiradians}$$

U_{sN} secondary rated voltage in volts

U_v in volts.

If the absolute values of the variations of the voltage error $\pm \Delta \varepsilon_v$ and of the phase displacement $\pm \Delta \delta_v$ are added to the absolute values of the measuring results ε_v and δ_v obtained in Measurement 1 at 80% of the rated voltage at rated burden and at 25% of the rated burden, then the values obtained

$$\pm \varepsilon'_v = |\varepsilon_v| + |\Delta \varepsilon_v| \text{ and } \pm \delta'_v = |\delta_v| + |\Delta \delta_v|$$

shall not exceed the limits of error for the voltage transformer given in Sections Nine, Thirteen and Nineteen of IEC Publication 186. (See Figure 4, page 21.)

Additionally, it must be ensured that the voltage errors due to the influence of the current do not exceed the limits of error, even at 100% and 120% of the rated voltage.

- 8.2.2 To prove compliance with Sub-clause 4.3, the value of the voltage induced by the rated short-time thermal current which shall be indicated on the rating plate, may be calculated with the voltage U_v measured at the rated continuous thermal current shown in Sub-clause 8.2.1.

The voltage U_e induced at rated short-time thermal current is:

$$U_e = U_v \cdot p_s p = \frac{I_{th}}{I_{ct}}$$

where: U_v voltage induced by the rated continuous thermal current

I_{th} rated short-time thermal current

I_{ct} rated continuous thermal current

Note. — To obtain a greater accuracy, it is better to measure the induced voltage U_v at highest possible current.

- 8.3 To prove compliance with Sub-clause 4.2, the influence of the voltage transformer on the current transformer in the case of combined instrument transformers may be investigated as follows:

With an unexcited voltage transformer, the current error ε_i and the phase displacement δ_i of the current transformers are determined according to Clauses 29 and 39 of IEC Publication 185 (Measurement 1).

A voltage equal to 120% of rated voltage and rated voltage multiplied by the rated voltage factor shall then be applied to that terminal of the voltage transformer which is directly connected to one terminal of the current transformer, the latter not being excited. A capacitive current is generated in the current transformer by the voltage and this is measured as voltage drop U_i across a resistor R connected to the secondary terminals of the current transformer. The burden of the secondary windings of the voltage transformer does not affect the results. They may therefore be open-circuited.

Pour un courant assigné secondaire de 1 A, cette résistance recommandée peut être de 100 Ω; pour un courant assigné secondaire de 5 A, elle peut être de 5 Ω. Pour un courant assigné secondaire de 2 A, la valeur recommandée de la résistance est de 25 Ω. Une précision de ± 10% sur la valeur de la résistance est suffisante. Ensuite, il faut effectuer deux mesures. La chute de tension U_i est mesurée d'abord lorsque la borne d'entrée de l'enroulement secondaire du transformateur de courant est mise à la terre (figure 2, Mesure 2, page 18), puis lorsque la borne de sortie de l'enroulement secondaire du transformateur de courant est mise à la terre (figure 3, Mesure 3, page 18). On doit retenir la plus grande des deux valeurs mesurées.

Note. — Il suffit de ne mettre à la terre que la borne qui est mise à la terre en service, s'il en est ainsi convenu entre le constructeur et l'utilisateur.

Il suffit généralement de déterminer l'influence de la tension à 5% du courant assigné.

La variation de l'erreur de courant est alors de:

$$\pm \Delta \varepsilon_i = \frac{U_i}{R \cdot 0,05 I_{sN}} \cdot 100\% \text{ à } 5\% \text{ du courant assigné.}$$

La variation du déphasage est alors de:

$$\pm \Delta \delta_i = \Delta \varepsilon_i \cdot 34,4, \text{ en minutes, ou de}$$

$$\pm \Delta \delta_i = \Delta \varepsilon_i, \text{ en centiradians}$$

R , en ohms

U_i , en volts

I_{sN} courant assigné secondaire, en ampères.

Si l'on ajoute respectivement les variations de l'erreur de courant $\pm \Delta \varepsilon_i$ et du déphasage $\pm \Delta \delta_i$ aux valeurs absolues des résultats de mesures ε_i et δ_i obtenus dans la Mesure 1 à 5% du courant assigné et avec une charge égale à 100% et à 25% de la charge de précision, les valeurs obtenues:

$$\pm \varepsilon'_i = |\varepsilon_i| + |\Delta \varepsilon_i| \text{ et } \pm \delta'_i = |\delta_i| + |\Delta \delta_i| \quad (\text{figure 5})$$

ne doivent pas dépasser les limites de l'erreur pour le transformateur de courant, indiquées dans les sections huit et douze de la Publication 185 de la CEI. Il convient, cependant, de s'assurer que les erreurs de courant ne dépassent pas les limites de l'erreur, même entre 5% et 120% du courant assigné ou jusqu'au courant assigné thermique continu (courant d'échauffement) dans le cas de transformateurs à gamme étendue.

SECTION QUATRE — ESSAIS INDIVIDUELS DE SÉRIE

9. Vérification du marquage des bornes et des indications de la plaque signalétique

L'essai consiste à vérifier que le marquage des bornes et les indications de la plaque signalétique sont conformes aux sections six, dix et quatorze de la Publication 185 de la CEI pour les transformateurs de courant et aux sections six, sept, onze, seize et vingt-cinq de la Publication 186 de la CEI pour les transformateurs de tension.

At the rated secondary current of 1 A this recommended resistor can be 100 Ω ; at the rated secondary current of 5 A it can be 5 Ω . At the rated secondary current of 2 A the recommended value for the resistor is 25 Ω . It is sufficient, if the accuracy of the resistor R is $\pm 10\%$ of the value. Two measurements shall then be made. First, the voltage drop U_i is measured when the input terminal of the secondary winding of the current transformer is earthed (Figure 2, Measurement 2, page 19) and then, when the output terminal of the secondary winding of the current transformer is earthed (Figure 3, Measurement 3, page 19). The greater value of the two measurements is to be considered.

Note. — It is sufficient to earth only the terminal which is earthed in service by agreement between manufacturer and user.

It generally suffices to determine the influence of voltage at 5% of the rated current.

The variation of the current error is then:

$$\pm \Delta \varepsilon_i = \frac{U_i}{R \cdot 0.05 I_{sN}} \cdot 100\% \text{ at 5\% of the rated current.}$$

The variation of the phase displacement is then:

$$\pm \Delta \delta_i = \Delta \varepsilon_i \cdot 34.4, \text{ in minutes, or}$$

$$\pm \Delta \delta_i = \Delta \varepsilon_i, \text{ in centiradians}$$

R, in ohms

U_i , in volts

I_{sN} rated secondary current in amperes.

If the variations of the current error $\pm \Delta \varepsilon_i$ and of the phase displacement $\pm \Delta \delta_i$ are added to the absolute values of the measuring results ε_i and δ_i obtained in Measurement 1 at 5% of the rated current at rated burden and at 25% of the rated burden, then the values obtained:

$$\pm \varepsilon'_i = |\varepsilon_i| + |\Delta \varepsilon_i| \text{ and } \pm \delta'_i = |\delta_i| + |\Delta \delta_i| \quad (\text{Figure 5})$$

shall not exceed the limits of error for the current transformer given in Sections Eight and Twelve of IEC Publication 185. It must be ensured, however, that current errors do not exceed the limits of error, even between 5% and 120% of the rated current and in the case of extended current rating upon the rated continuous thermal current.

SECTION FOUR — ROUTINE TESTS

9. Verification of terminal and rating plate markings

It shall be verified that the terminal markings and the rating plate markings are in accordance with Sections Six, Ten and Fourteen of IEC Publication 185 for current transformers and Sections Six, Seven, Eleven, Sixteen and Twenty-five of IEC Publication 186 for voltage transformers.

10. Essais diélectriques à fréquence industrielle

10.1 Enroulements primaires

Pour les transformateurs combinés, les essais diélectriques à fréquence industrielle des enroulements primaires du transformateur de tension doivent être effectués conformément aux articles 12 et 51 de la Publication 186 de la CEI. L'essai par tension induite du transformateur de tension est en même temps l'essai à fréquence industrielle de l'enroulement primaire du transformateur de courant.

10.2 Enroulements secondaires

L'essai diélectrique à fréquence industrielle de l'enroulement secondaire du transformateur de courant doit être effectué conformément à l'article 16 de la Publication 185 de la CEI, et l'essai de surtension entre spires du transformateur de courant, conformément à l'article 17 de la Publication 185 de la CEI. L'essai diélectrique à fréquence industrielle de l'enroulement secondaire du transformateur de tension doit être effectué conformément à l'article 13 et au paragraphe 51.3 de la Publication 186 de la CEI.

11. Mesure des décharges partielles

La mesure des décharges partielles, si elle est exigée, sera effectuée conformément à la Publication 270 de la CEI: Mesure des décharges partielles, et à la Publication 44-4 de la CEI: Transformateurs de mesure, Quatrième partie: Mesure des décharges.

12. Essais de précision

12.1 L'essai de précision du transformateur de courant doit être effectué conformément aux articles 30 et 40 de la Publication 185 de la CEI relative aux transformateurs de courant.

L'essai de précision du transformateur de tension doit être effectué conformément au paragraphe 23.1 et aux articles 33 et 52 de la Publication 186 de la CEI relative aux transformateurs de tension.

12.2 On doit tenir compte de la variation de l'erreur déterminée comme essai de type, conformément aux paragraphes 8.2 ou 8.3.

SECTION CINQ — MARQUAGE

13. Marquage des bornes

Les bornes des transformateurs de courant et de tension des transformateurs combinés doivent être marquées de la même façon que celles des transformateurs séparés.

14. Marquage des plaques signalétiques

La plaque signalétique doit porter séparément les caractéristiques du transformateur de courant conformément aux articles 23, 32 et 41 de la Publication 185 de la CEI et du transformateur de tension conformément aux articles 16, 24, 34 et 53 de la Publication 186 de la CEI.

De plus, la plaque signalétique du transformateur de tension doit porter l'indication de la tension (par exemple $U_c = 47 \text{ mV}$) que le courant de court-circuit assigné thermique y induit (voir paragraphe 4.3) ou l'indication en millivolts par kiloampère (voir note du paragraphe 4.3).

10. Power-frequency tests

10.1 Primary windings

For combined instrument transformers, the power-frequency tests on primary windings shall be carried out as stated in Clauses 12 and 51 of IEC Publication 186 for voltage transformers. The induced voltage test for the voltage transformer is simultaneously the power-frequency test for the primary winding of the current transformer.

10.2 Secondary windings

The power-frequency test on the secondary winding of the current transformer shall be carried out in accordance with Clause 16 of IEC Publication 185 and the over-voltage inter-turn test of the current transformer in accordance with Clause 17 of IEC Publication 185. The power-frequency test on the secondary winding of voltage transformers shall be carried out in accordance with Clause 13 and Sub-clause 51.3 of IEC Publication 186.

11. Measurement of partial discharges

Measurement of partial discharges, if called for, shall be performed in accordance with IEC Publication 270, Partial Discharge Measurements and IEC Publication 44-4: Instrument Transformers, Part 4: Measurement of Partial Discharges.

12. Test for accuracy

- 12.1 The test for accuracy of the current transformer shall be carried out in accordance with Clauses 30 and 40 of IEC Publication 185 for current transformers.

The test for accuracy of the voltage transformer shall be carried out in accordance with Sub-clause 23.1 and Clauses 33 and 52 of IEC Publication 186 for voltage transformers.

- 12.2 The variation of error determined at the type test according to Sub-clause 8.2 or 8.3 shall be taken into account.

SECTION FIVE — MARKING

13. Terminal markings

The terminals of the current and voltage transformer parts of combined instrument transformers shall be marked in the same way as for individual transformers.

14. Rating plate markings

The rating plate shall contain separately the specifications for the current transformer according to Clauses 23, 32 and 41 of IEC Publication 185 and the voltage transformer according to Clauses 16, 24, 34 and 53 of IEC Publication 186.

Additionally, the rating plate of the voltage transformer shall indicate the voltage (e.g. $U_e = 47 \text{ mV}$) induced by the rated short-time thermal current in the voltage transformer (see Sub-clause 4.3) or the indication in millivolts per kiloampere (see note of Sub-clause 4.3).

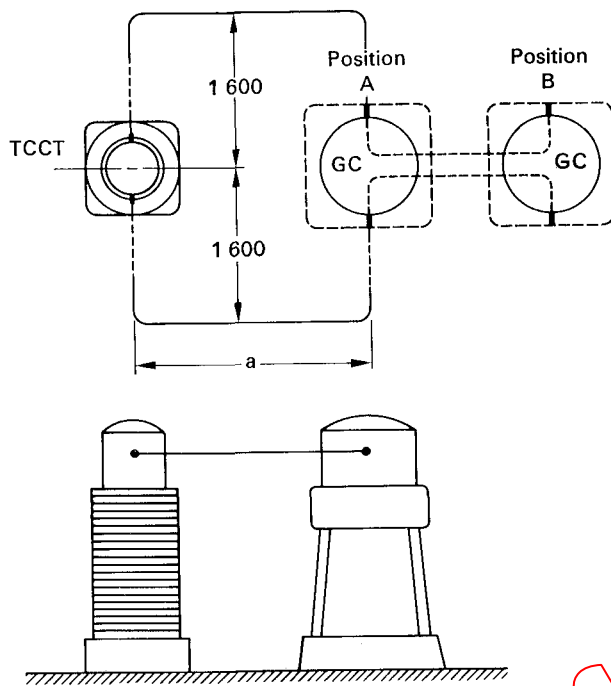


FIG. 1. — Construction géométrique de la boucle.

TCCT Transformateur combiné de courant et de tension.

GC Transformateur générateur du courant. Le flux de fuite de ce transformateur ne doit pas influencer sur le transformateur combiné de courant et de tension. Si, dans le cas de la position A, une influence est constatée, la position B doit être employée.

a La distance du conducteur de retour correspond à la distance des autres conducteurs de phase du réseau.

Valeurs minimales de la distance <i>a</i>		
	Tension la plus élevée du réseau (kV)	<i>a</i> ≥ (mm)
	12	150
	24	215
	36	325
	72,5	700
Pléine isolation	123	1100
	245	2200
Isolation réduite	123	950
	245	1850
	420	2900

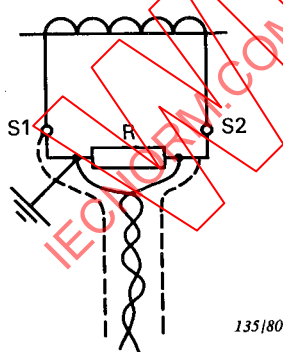


FIG. 2. — Mesure 2.

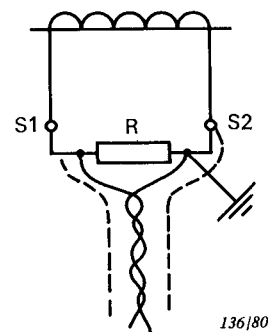


FIG. 3. — Mesure 3.

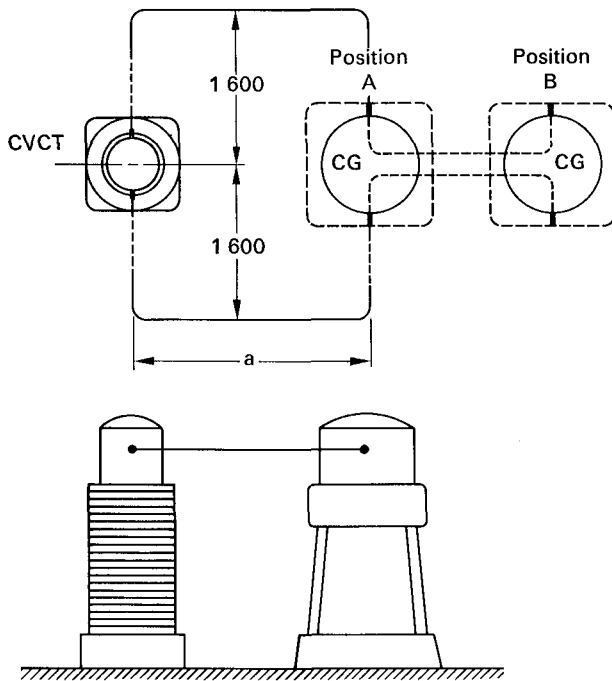


FIG. 1. — Geometrical construction of the circuit.

CVCT Combined voltage current transformer.

CG Transformer to generate the current. The stray field of this transformer shall not influence the combined voltage current transformer. If in position A an influence is detected, then position B shall be used.

a Distance of the return conductor corresponds to the distance of the other phase conductors of the mains line.

Minimum values of distance <i>a</i>		
	Highest system voltage (kV)	<i>a</i> ≥ (mm)
	12	150
	24	215
	36	325
	72.5	700
	123	1100
Full insulation	245	2200
	123	950
	245	1850
Reduced insulation	420	2900

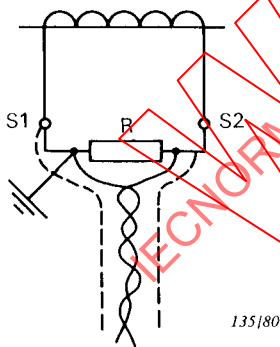


FIG. 2. — Measurement 2.

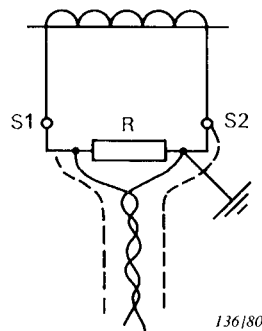


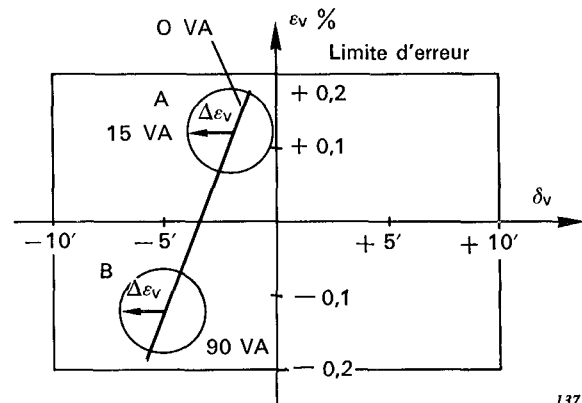
FIG. 3. — Measurement 3.

$\Delta \varepsilon_v$ variation de l'erreur causée par un courant.

En fonction de l'angle entre les vecteurs du courant et de la tension, les points extrêmes de $\Delta \varepsilon_v$ se déplacent sur des cercles ayant pour centres les points d'erreurs de tension non influencés par le courant.

A erreur du transformateur de tension avec une charge de 15 VA.

B erreur du transformateur de tension avec une charge de 90 VA.



137/80

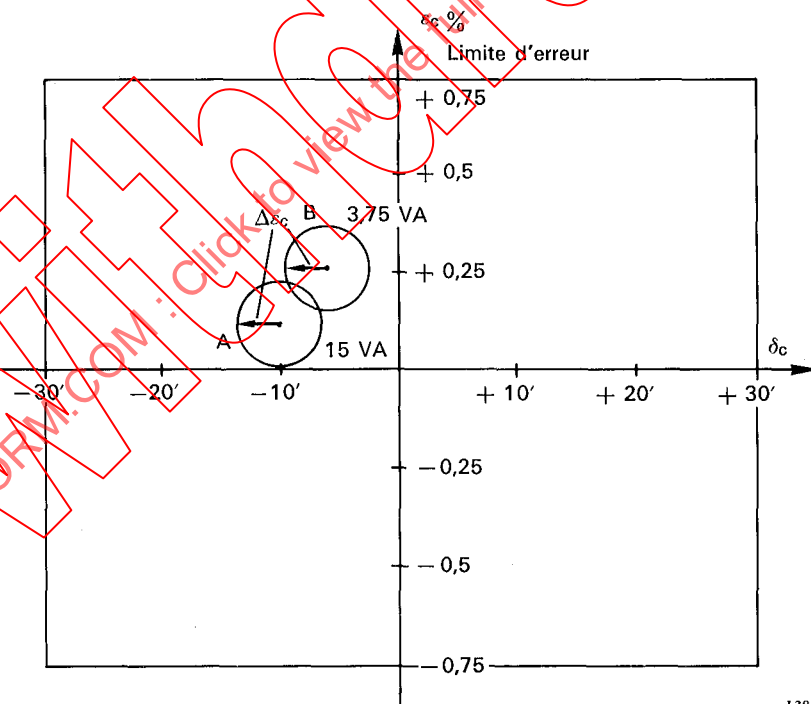
FIG. 4. — Diagramme de l'erreur d'un transformateur de tension classe 0,2.

$\Delta \varepsilon_c$ variation de l'erreur causée par la tension appliquée.

En fonction de l'angle entre les vecteurs de la tension et du courant, les points extrêmes de $\Delta \varepsilon_c$ se déplacent sur des cercles ayant pour centres les points d'erreurs de courant, la tension n'étant pas appliquée.

A erreur du transformateur de courant avec une charge de 15 VA.

B erreur du transformateur de courant avec une charge de 3,75 VA.



138/80

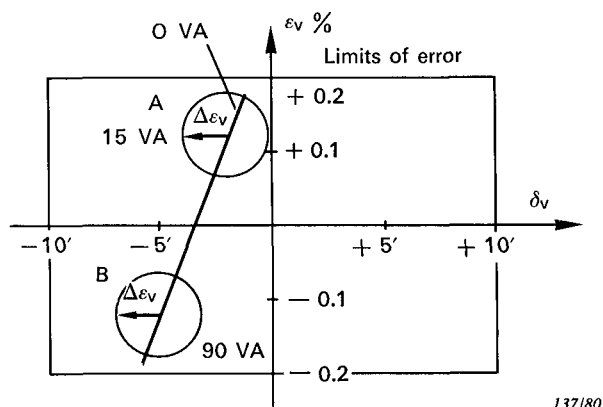
FIG. 5. — Diagramme de l'erreur d'un transformateur de courant classe 0,2 à 5% du courant assigné.

$\Delta\epsilon_v$ variation of error caused by a current.

According to the angle between the current and the voltage phasors, the end points of $\Delta\epsilon_v$ lie on circles round the points of voltage transformer errors without current influence.

A error of the voltage transformer at an output of 15 VA.

B error of the voltage transformer at an output of 90 VA.



137/80

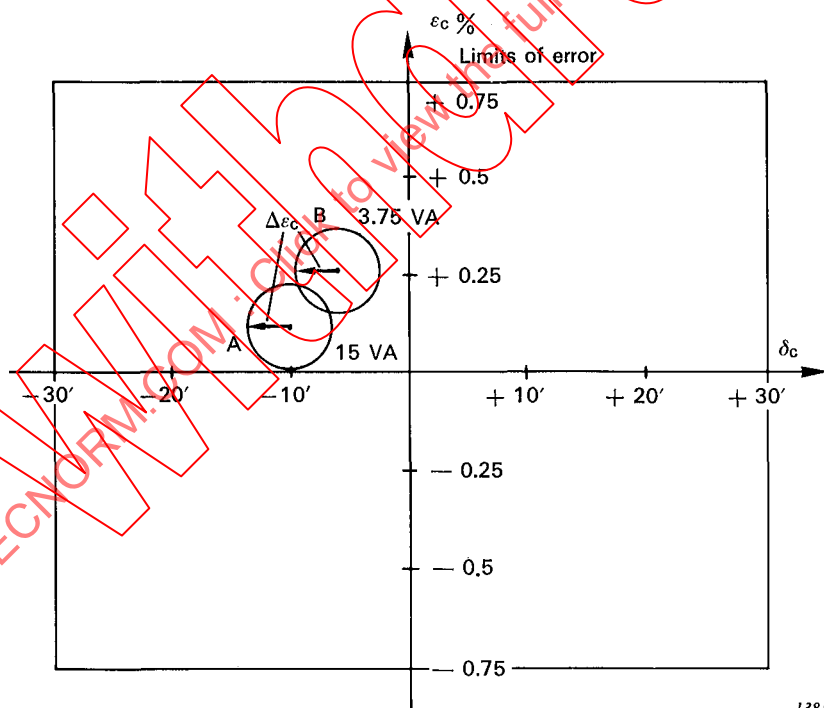
FIG. 4. — Error diagram of a voltage transformer class 0.2.

$\Delta\epsilon_c$ variation of error caused by the applied voltage.

According to the angle between the voltage and current phasors, the end points of $\Delta\epsilon_c$ lie on circles round the points of current transformer errors without applying voltage.

A error of the current transformer at an output of 15 VA.

B error of the current transformer at an output of 3.75 VA.



138/80

FIG. 5. — Error diagram of a current transformer class 0.2 at 5% of rated current.

ANNEXE A

INFLUENCE MUTUELLE DES TRANSFORMATEURS DE COURANT ET DE TENSION

- a) Influence du champ magnétique créé par un conducteur traversé par un courant sur l'erreur d'un transformateur de tension.

Les erreurs d'un transformateur de tension peuvent être influencées par le champ magnétique d'un conducteur traversé par un courant, placé à proximité. L'influence est maximale lorsque le conducteur est disposé horizontalement et fait un angle droit avec l'axe longitudinal du noyau magnétique, et lorsque le flux magnétique qui entoure le conducteur traverse l'orifice de l'enroulement (figure A1, exemple de l'influence sur un transformateur de 10 kV). Inversement, dans le cas où le conducteur est parallèle à l'axe longitudinal du noyau magnétique, l'influence est pratiquement négligeable. Cela est important pour les transformateurs combinés car on doit prendre soin de placer correctement, par construction, le transformateur de tension de telle sorte que l'axe longitudinal de son noyau magnétique soit parallèle au conducteur de courant qui traverse la tête du transformateur.

La connaissance de l'influence du champ magnétique d'un conducteur de courant sur l'erreur d'un transformateur de tension est particulièrement importante pour la protection par relais directionnels.

Il est nécessaire de s'assurer de la précision des transformateurs de tension, spécialement du déphasage de la tension secondaire par rapport à la tension primaire car la tension induite par le courant est déphasée de 90° par rapport à la tension primaire.

En effet, si en cas de défaut la tension secondaire était de 0,5 V et la tension induite de 50 mV, l'erreur qui en résulterait sur la tension secondaire serait alors supérieure à 10%.

Bien entendu, une influence d'un conducteur de courant se manifeste également sur les simples transformateurs de tension pour les tensions les plus élevées du réseau de 0,6 kV et plus, et pas seulement sur les transformateurs combinés, si le conducteur de courant de la ligne est situé à proximité du transformateur de tension; donc l'exigence ci-dessus s'applique également à tous les simples transformateurs de tension.

- b) Influence de la tension appliquée sur l'erreur d'un transformateur de courant.

Les erreurs des transformateurs de courant, qu'ils soient construits pour des tensions basses ou élevées, sont normalement déterminées à une tension relativement basse, de quelques volts, dont l'amplitude est juste suffisante pour créer le courant nécessaire. Si l'on applique la haute tension à l'enroulement primaire du transformateur, l'erreur peut changer plus ou moins, car la tension crée un courant capacitif de l'enroulement primaire vers l'enroulement secondaire qui, dans le cas d'un enroulement secondaire non blindé, s'écoule pour une part à travers les appareils qui lui sont raccordés, et pour l'autre directement à la borne de terre de l'enroulement secondaire. De plus, le courant capacitif qui parcourt l'enroulement primaire est transmis inductivement à l'enroulement secondaire, même s'il s'écoule par un écran électrostatique secondaire. Les erreurs peuvent ainsi devenir assez grandes pour dépasser les limites imposées, surtout avec un courant égal à 5% du courant assigné. Si l'on mesure les erreurs du transformateur de courant en lui appliquant simultanément la haute tension, le transformateur de courant de référence (transformateur étalon) aussi bien que celui qui produit le courant doivent être isolés pour la haute