

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Instrument transformers –
Part 4: Additional requirements for combined transformers**

**Transformateurs de mesure –
Partie 4: Exigences supplémentaires concernant les transformateurs combinés**





THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2013 IEC, Geneva, Switzerland

All rights reserved. Unless otherwise specified, 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 either IEC or IEC's member National Committee in the country of the requester.

If you have any questions about IEC copyright or have an enquiry about obtaining additional rights to this publication, please contact the address below or your local IEC member National Committee for further information.

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, 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 la CEI ou du Comité national de la CEI du pays du demandeur.

Si vous avez des questions sur le copyright de la CEI ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de la CEI de votre pays de résidence.

IEC Central Office
3, rue de Varembe
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

Tel.: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00
info@iec.ch
www.iec.ch

About the IEC

The International Electrotechnical Commission (IEC) is the leading global organization that prepares and publishes International Standards for all electrical, electronic and related technologies.

About IEC publications

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC. Please make sure that you have the latest edition, a corrigenda or an amendment might have been published.

Useful links:

IEC publications search - www.iec.ch/searchpub

The advanced search enables you to find IEC publications by a variety of criteria (reference number, text, technical committee,...).

It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

Stay up to date on all new IEC publications. Just Published details all new publications released. Available on-line and also once a month by email.

Electropedia - www.electropedia.org

The world's leading online dictionary of electronic and electrical terms containing more than 30 000 terms and definitions in English and French, with equivalent terms in additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) on-line.

Customer Service Centre - webstore.iec.ch/csc

If you wish to give us your feedback on this publication or need further assistance, please contact the Customer Service Centre: csc@iec.ch.

A propos de la CEI

La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) est la première organisation mondiale qui élabore et publie des Normes internationales pour tout ce qui a trait à l'électricité, à l'électronique et aux technologies apparentées.

A propos des publications CEI

Le contenu technique des publications de la CEI est constamment revu. Veuillez vous assurer que vous possédez l'édition la plus récente, un corrigendum ou amendement peut avoir été publié.

Liens utiles:

Recherche de publications CEI - www.iec.ch/searchpub

La recherche avancée vous permet de trouver des publications CEI en utilisant différents critères (numéro de référence, texte, comité d'études,...).

Elle donne aussi des informations sur les projets et les publications remplacées ou retirées.

Just Published CEI - webstore.iec.ch/justpublished

Restez informé sur les nouvelles publications de la CEI. Just Published détaille les nouvelles publications parues. Disponible en ligne et aussi une fois par mois par email.

Electropedia - www.electropedia.org

Le premier dictionnaire en ligne au monde de termes électroniques et électriques. Il contient plus de 30 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans les langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) en ligne.

Service Clients - webstore.iec.ch/csc

Si vous désirez nous donner des commentaires sur cette publication ou si vous avez des questions contactez-nous: csc@iec.ch.



IEC 61869-4

Edition 1.0 2013-11

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Instrument transformers –
Part 4: Additional requirements for combined transformers**

**Transformateurs de mesure –
Partie 4: Exigences supplémentaires concernant les transformateurs combinés**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX

S

ICS 17.220.20

ISBN 978-2-8322-1215-8

**Warning! Make sure that you obtained this publication from an authorized distributor.
Attention! Veuillez vous assurer que vous avez obtenu cette publication via un distributeur agréé.**

CONTENTS

FOREWORD.....	3
1 Scope.....	7
2 Normative references	7
3 Terms, definitions and abbreviations	7
4 Normal and special service conditions	10
5 Ratings.....	10
6 Design and construction	10
7 Tests	11
8 Rules for transport, storage, erection, operation and maintenance.....	18
9 Safety.....	18
10 Influence of products on the natural environment.....	18
Annexes	18
Annex 4A (normative) The mutual influence of current and voltage transformers	19
Figure 401 – Geometrical construction of the circuit.....	14
Figure 402 – Measurement 4	16
Figure 403 – Measurement 5	16
Figure 404 – Error diagram of a voltage transformer class 0,2	17
Figure 405 – Error diagram of a current transformer class 0,2 at 5 % of rated current.....	17
Figure 4A.1 – Current conductor and magnetic field influencing a voltage transformer	20
Table 10 – List of tests.....	11

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

INSTRUMENT TRANSFORMERS –

Part 4: Additional requirements for combined transformers

FOREWORD

- 1) The International Electrotechnical Commission (IEC) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of IEC is to promote international co-operation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, IEC publishes International Standards, Technical Specifications, Technical Reports, Publicly Available Specifications (PAS) and Guides (hereafter referred to as "IEC Publication(s)"). Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
- 2) The formal decisions or agreements of IEC on technical matters express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested IEC National Committees.
- 3) IEC Publications have the form of recommendations for international use and are accepted by IEC National Committees in that sense. While all reasonable efforts are made to ensure that the technical content of IEC Publications is accurate, IEC cannot be held responsible for the way in which they are used or for any misinterpretation by any end user.
- 4) In order to promote international uniformity, IEC National Committees undertake to apply IEC Publications transparently to the maximum extent possible in their national and regional publications. Any divergence between any IEC Publication and the corresponding national or regional publication shall be clearly indicated in the latter.
- 5) IEC itself does not provide any attestation of conformity. Independent certification bodies provide conformity assessment services and, in some areas, access to IEC marks of conformity. IEC is not responsible for any services carried out by independent certification bodies.
- 6) All users should ensure that they have the latest edition of this publication.
- 7) No liability shall attach to IEC or its directors, employees, servants or agents including individual experts and members of its technical committees and IEC National Committees for any personal injury, property damage or other damage of any nature whatsoever, whether direct or indirect, or for costs (including legal fees) and expenses arising out of the publication, use of, or reliance upon, this IEC Publication or any other IEC Publications.
- 8) Attention is drawn to the Normative references cited in this publication. Use of the referenced publications is indispensable for the correct application of this publication.
- 9) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this IEC Publication may be the subject of patent rights. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

This International Standard IEC 61869-4 has been prepared by IEC technical committee 38: Instrument transformers.

This standard replaces IEC 60044-3: Combined transformers.

The text of this standard is based on the following documents:

FDIS	Report on voting
38/468/FDIS	38/472/RVD

Full information on the voting for the approval of this standard can be found in the report on voting indicated in the above table.

This publication has been drafted in accordance with the ISO/IEC Directives, Part 2.

This standard is Part 4 of IEC 61869, published under the general title *Instrument transformers*.

This Part 4 is to be read in conjunction with, and is based on, IEC 61869-1 *General Requirements* – first edition (2007), IEC 61869-2, *Additional requirements for current transformers* first edition (2012) and IEC 61869-3, *Additional requirements for inductive voltage transformers* first edition (2011) – however, the reader is encouraged to use the most recent edition of these documents.

This Part 4 follows the structure of IEC 61869-1, IEC 61869-2 and IEC 61869-3 and supplements or modifies its corresponding clauses.

When a particular subclause of Part 1, 2 or 3 is not mentioned in this Part 4, that subclause applies as far as is reasonable. When this standard states “addition”, “modification” or “replacement”, the relevant text in Part 1, 2 or 3 is to be adapted accordingly.

For additional clauses, subclauses, figures, tables, annexes or notes, the following numbering system is used:

- clauses, subclauses, tables and figures that are numbered starting from 401 are additional to those in Part 1, 2 or 3;
- additional annexes are lettered 4A, 4B, etc.

An overview of the planned set of standards at the date of publication of this document is given below. The updated list of standards issued by IEC TC38 is available at the website: www.iec.ch

PRODUCT FAMILY STANDARDS		PRODUCT STANDARD	PRODUCTS	OLD STANDARD
61869-1 GENERAL REQUIREMENTS FOR INSTRUMENT TRANSFORMERS		61869-2	ADDITIONAL REQUIREMENTS FOR CURRENT TRANSFORMERS	60044-1 60044-6
		61869-3	ADDITIONAL REQUIREMENTS FOR INDUCTIVE VOLTAGE TRANSFORMERS	60044-2
		61869-4	ADDITIONAL REQUIREMENTS FOR COMBINED TRANSFORMERS	60044-3
		61869-5	ADDITIONAL REQUIREMENTS FOR CAPACITIVE VOLTAGE TRANSFORMERS	60044-5
	61869-6 ADDITIONAL GENERAL REQUIREMENT FOR LOW POWER INSTRUMENT TRANSFORMERS	61869-7	ADDITIONAL REQUIREMENTS FOR ELECTRONIC VOLTAGE TRANSFORMERS	60044-7
		61869-8	ADDITIONAL REQUIREMENTS FOR ELECTRONIC CURRENT TRANSFORMERS	60044-8
		61869-9	DIGITAL INTERFACE FOR INSTRUMENT TRANSFORMERS	
		61869-10	ADDITIONAL REQUIREMENTS FOR LOW-POWER STAND-ALONE CURRENT SENSORS	
		61869-11	ADDITIONAL REQUIREMENTS FOR LOW POWER STAND ALONE VOLTAGE SENSORS	60044-7
		61869-12	ADDITIONAL REQUIREMENTS FOR COMBINED ELECTRONIC INSTRUMENT TRANSFORMER OR COMBINED STAND ALONE SENSORS	
		61869-13	STAND ALONE MERGING UNIT	
		61869-14	ADDITIONAL REQUIREMENTS FOR DC CURRENT TRANSFORMERS	
		61869-15	ADDITIONAL REQUIREMENTS FOR DC VOLTAGE TRANSFORMERS	

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC web site under "<http://webstore.iec.ch>" in the data related to the specific publication. At this date, the publication will be

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

INSTRUMENT TRANSFORMERS –

Part 4: Additional requirements for combined transformers

1 Scope

This part of IEC 61869 applies to newly-manufactured combined transformers for use with electrical measuring instruments and electrical protective devices at frequencies from 15 Hz to 100 Hz.

The requirements and tests of this standard, in addition to the requirements and tests of IEC 61869-1, IEC 61869-2 and IEC 61869-3 cover current and inductive voltage transformers that are necessary for combined instrument transformers.

2 Normative references

Clause 2 of IEC 61869-1:2007 is applicable with the following modifications:

Addition:

IEC 60028, *International Standard of resistance for copper*

IEC 60038, *IEC standard voltages*

IEC 61869-1:2007, *Instrument Transformers – Part 1: General requirements*

IEC 61869-2:2012, *Instrument Transformers – Part 2: Additional requirements for current transformers*

IEC 61869-3:2011, *Instrument Transformers – Part 3: Additional requirements for inductive voltage transformers*

3 Terms, definitions and abbreviations

For the purposes of this document, the terms and definitions given in IEC 61869-1:2007, IEC 61869-2:2012 and IEC 61869-3:2011, as well as the following apply.

3.1 General definitions

3.1.401

combined instrument transformer

instrument transformer consisting of a current and a voltage transformer in the same enclosure

3.1.402

error of voltage transformer

ε_v

ratio error of voltage transformer determined with disconnected current transformer

3.1.403**phase displacement of voltage transformer** δ_v

phase displacement of voltage transformer determined with disconnected current transformer

3.1.404**voltage induced by rated continuous thermal current** U_v

the voltage induced by the rated continuous thermal current of the current transformer in the voltage transformer defined as a measure of the maximum variation of the voltage error

3.1.405**greatest variation of voltage error** $\Delta \varepsilon_v$

the greatest possible variation of the ratio error of the voltage transformer due to voltage induced by the rated continuous thermal current of the current transformer

3.1.406**greatest variation of phase displacement** $\Delta \delta_v$

the greatest possible variation of the phase displacement of the voltage transformer due to voltage induced by the rated continuous thermal current of the current transformer

3.1.407**absolute value of the variations of voltage error** ε'_v

sum of the absolute values of the ratio error of the voltage transformer and the greatest variation of the voltage error obtained at specified voltage

3.1.408**absolute value of the variations of phase displacement of voltage transformer** δ'_v

sum of the absolute values of the phase displacement of the voltage transformer and the greatest variation of the phase displacement obtained at specified voltage

3.1.409**voltage induced at rated short-time thermal current** U_e

the voltage induced by the short-time thermal current of the current transformer in the voltage transformer and marked on the rating plate

3.1.410**error of current transformer** ε_i

ratio error of current transformer determined with unexcited voltage transformer

3.1.411**phase displacement of current transformer** δ_i

phase displacement of current transformer determined with unexcited voltage transformer

3.1.412**voltage generated in the current transformer by capacitive current** U_i

voltage generated in the current transformer by capacitive current due to applied voltage of the voltage transformer and defined as a measure of the maximum variation of the current error

3.1.413**greatest variation of current error** $\Delta\varepsilon_i$

the greatest possible variation of the ratio error of the current transformer due to voltage generated in the current transformer by capacitive current

3.1.414**greatest variation of phase displacement** $\Delta\delta_i$

the greatest possible variation of the phase displacement of the current transformer due to voltage generated in the current transformer by capacitive current

3.1.415**absolute value of the variations of current error** ε'_i

sum of the absolute values of the ratio error of the current transformer and the greatest variation of the current error obtained at specified current

3.1.416**absolute value of the variations of phase displacement of current transformer** δ'_i

sum of the absolute values of the phase displacement of the current transformer and the greatest variation of the phase displacement obtained at specified current

3.7 Index of abbreviations and symbols

Replacement:

ε_v	error of voltage transformer
δ_v	phase displacement of the voltage transformer
U_v	voltage induced by the rated continuous thermal current
$\Delta\varepsilon_v$	the greatest variation of the voltage error
U_{sr}	rated secondary voltage
$\Delta\delta_v$	the greatest variation of the phase displacement of the voltage transformer
ε'_v	the absolute value of the variations of the voltage error
δ'_v	the absolute value of the variations of the phase displacement of voltage transformer
I_{th}	rated short-time thermal current
I_{cth}	rated continuous thermal current
U_e	the voltage induced at rated short-time thermal current
ε_i	error of current transformer
δ_i	phase displacement of the current transformer
U_i	voltage generated in the current transformer by capacitive current
$\Delta\varepsilon_i$	the greatest variation of the current error
$\Delta\delta_i$	the greatest variation of the phase displacement of the current transformer
ε'_i	the absolute value of the variations of the current error
δ'_i	the absolute value of the variations of the phase displacement of current transformer
I_{sr}	rated secondary current

4 Normal and special service conditions

Clause 4 of IEC 61869-1:2007 is applicable.

5 Ratings

Clause 5 of IEC 61869-1:2007, Clause 5 of IEC 61869-2:2012 and Clause 5 of IEC 61869-3:2011 are applicable with the following modifications:

Additional subclause:

5.401 Additional requirements for measuring and protective combined transformer

5.401.1 General

The error limits for measuring combined transformers shall correspond to the requirements for measuring current transformers, indicated in 5.6.201 of IEC 61869-2:2012, and to the requirements for measuring voltage transformers indicated in 5.6.301 of IEC 61869-3:2011. The limits of error for protective combined transformers shall correspond to the requirements for protective current transformers indicated in 5.6.202 of IEC 61869-2:2012, and to the requirements for protective voltage transformers indicated in 5.6.302 of IEC 61869-3:2011.

5.401.2 Mutual influence

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.

When operating the voltage transformer between 80 % of the rated voltage and the rated voltage multiplied by the 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 and within the specified range of burden.

See 7.2.6.401 and 7.2.6.402 and Annex 4A.

6 Design and construction

Clause 6 of IEC 61869-1:2007, Clause 6 of IEC 61869-2:2012 and Clause 6 of IEC 61869-3:2011 are applicable with the following modifications:

6.4 Requirements for temperature rise of parts and components

6.4.1 General

Subclause 6.4.1 of IEC 61869-2:2012 is applicable with the following modifications:

Addition:

The temperature rise of a combined instrument transformer shall not exceed the appropriate values of 6.4 of IEC 61869-1:2007, if a voltage as indicated in 7.2.2 of IEC 61869-3:2011, is applied to it and the current transformer is carrying a primary current equal to the rated continuous thermal current. The current transformer is connected to a unity power factor burden corresponding to the rated output and with 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 (see clause 7.2.2 of IEC 61869-3:2011) is also applicable for the current transformers of the combined instrument transformers.

6.13 Markings

Additional subclauses:

6.13.401 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 as specified in 6.13.201 of IEC 61869-2:2012 and 6.13.301 of IEC 61869-3:2011.

6.13.402 Rating plate marking

6.13.402.1 General rules

The specifications for the current transformer according to 6.13.202 of IEC 61869-2:2012 and the voltage transformer according to 6.13.302 of IEC 61869-3:2011 shall be marked separately on the rating plate.

6.13.402.2 Marking of the rating plate of a combined transformer

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 the 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 the induced voltage to the current flowing through the current transformer in millivolts per kiloampere.

7 Tests

Clause 7 of IEC 61869-1:2007, Clause 7 of IEC 61869-2:2012 and Clause 7 of IEC 61869-3:2011 are applicable with the following modifications:

7.1 General

7.1.2 List of tests

Replacement of Table 10:

Table 10 – List of tests

Tests	Subclause
Type tests	7.2
Temperature-rise test	7.2.2
Impulse voltage withstand test on primary terminals	7.2.3
Wet test for outdoor type transformers	7.2.4
Electromagnetic Compatibility tests	7.2.5
Tests for accuracy	7.2.6
Verification of the degree of protection by enclosures	7.2.7
Enclosure tightness test at ambient temperature	7.2.8
Pressure test for the enclosure	7.2.9

Tests	Subclause
Short-time current tests	7.2.201
Short-circuit withstand capability test	7.2.301
Routine tests	7.3
Power-frequency voltage withstand tests on primary terminals	7.3.1
Partial discharge measurement	7.3.2
Power-frequency voltage withstand tests between sections	7.3.3
Power-frequency voltage withstand tests on secondary terminals	7.3.4
Tests for accuracy	7.3.5
Verification of markings	7.3.6
Enclosure tightness test at ambient temperature	7.3.7
Pressure test for the enclosure	7.3.8
Determination of the secondary winding resistance	7.3.201
Determination of the secondary loop time constant	7.3.202
Rated knee point e.m.f. and maximum exciting current	7.3.203
Inter-turn overvoltage test	7.3.204
Special tests	7.4
Chopped impulse voltage withstand test on primary terminals	7.4.1
Multiple chopped impulse test on primary terminals	7.4.2
Measurement of capacitance and dielectric dissipation factor	7.4.3
Transmitted overvoltage test	7.4.4
Mechanical tests	7.4.5
Internal arc fault test	7.4.6
Enclosure tightness test at low and high temperatures	7.4.7
Gas dew point test	7.4.8
Corrosion test	7.4.9
Fire hazard test	7.4.10
Sample tests	7.5
Determination of the remanence factor	7.5.1
Determination of the instrument security factor (FS) of measuring current transformers	7.5.2

7.2 Type tests

7.2.2 Temperature-rise test

Replacement of the first sentence by the following:

A test shall be made in order to prove compliance with 6.4.1.

Addition:

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 in relation to one another for the full voltage of the network.

If such a transformer is not available, two other test arrangements are recommended.

- 1) 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.
- 2) The high voltage is applied to the terminal which is connected to the main line in service. Primary terminals of the current transformer are short-circuited and connected to the high voltage. The rated continuous thermal current in the short-circuited primary winding shall be obtained by energizing one or more secondary windings of the current transformer.

The results of all three methods are the same and the choice of the method is left to the manufacturer.

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.

7.2.3 Impulse voltage withstand test on primary terminals

7.2.3.1 General

Addition:

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 in operation. The same connection is valid for chopped and multiple chopped impulse tests.

7.2.6 Test for accuracy

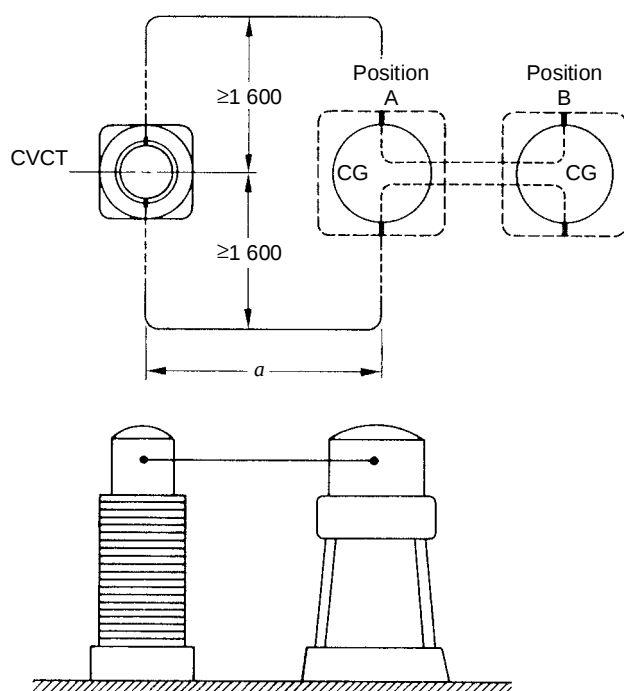
Additional subclauses:

7.2.6.401 Influence of the current transformer on the voltage transformer

The influence of the current transformer on the voltage transformer shall be tested as follows.

First, the voltage error ε_v and the phase displacement δ_v of the voltage transformer are determined with no current supplied to the current transformer and in accordance with 7.2.6.301 and 7.2.6.302 of IEC 61869-3:2011 within the specified range of 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 401). The distance, indicated as a in Figure 401, of the return conductor shall correspond to the distance of the other phase in the mains line. The remaining lengths of the current loop shall each be at least 1,6 m. 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.



IEC 3000/02

Combined voltage current transformer (CVCT)
The CG transformer generates 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.
The distance of return a of the conductor corresponds to the distance of the other phase conductors of the mains line.

	Highest system voltage kV	Minimum values of distance a mm
	12	150
	24	215
	36	325
	72,5	700
Full	123	1 100
insulation	245	2 200
	123	950
Reduced	245	1 850
insulation	420	2 900

Figure 401 – Geometrical construction of the circuit

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

It is recommended that the voltage transformer is loaded with the rated burden or 15 VA to avoid errors by externally influenced voltage (measurement 2). For protective transformers, it is sufficient to bring the variation $\Delta\epsilon$ 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:

$$\Delta\epsilon_v = \frac{U_v}{0,8 U_{sr}} \times 100 [\%] \text{ at } 80 \% \text{ of the rated secondary voltage}$$

$$\Delta\epsilon_v = \frac{U_v}{0,02 U_{sr}} \times 100 [\%] \text{ at } 2 \% \text{ of the rated secondary voltage}$$

where

U_{sr} is the secondary rated voltage, in volts (V), and

U_v is expressed in volts (V).

The greatest possible variation of the phase displacement is then

$$\Delta\delta_v = \Delta\epsilon_v \times 34,4, \text{ in minutes (min), or}$$

$$\Delta\delta_v = \Delta\epsilon_v, \text{ in centiradians (crad).}$$

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 rated primary voltage for measuring transformer and 2% of the rated primary voltage for protective transformer within the specified range of burden, then the values obtained

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

shall not exceed the limits of error for the voltage transformer given in 5.6.301.3 and 5.6.302.3 of IEC 61869-3:2011 (see Figure 404).

Additionally, it shall 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.

To prove compliance with 6.13.402 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.

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

$$U_e = U_v \times p$$

where

$$p = \frac{I_{th}}{I_{cth}}$$

U_v is the voltage induced by the rated continuous thermal current;

I_{th} is the rated short-time thermal current;

I_{cth} is the rated continuous thermal current.

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

7.2.6.402 Influence of the voltage transformer on the current transformer

In the case of combined instrument transformers, the influence of the voltage transformer on the current transformer has to be tested 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 7.2.6.201, 7.3.5.202 or 7.3.5.204 of IEC 61869-2:2012 (measurement 3).

A voltage equal to 120 % of the rated voltage and the rated voltage multiplied by the rated voltage factor shall then be applied to the terminal of the voltage transformer which is directly connected to a 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 the 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.

At the rated secondary current of 1 A or 5 A, this recommended resistor can be respectively 100 Ω or 4 Ω . It is sufficient for the accuracy of the resistor R to be ± 10 % of the value. Two measurements shall then be made. First, the voltage drop U_i is measured when one terminal of the secondary winding of the current transformer is earthed (Figure 402, measurement 4) and then, when the other terminal of the secondary winding is earthed (Figure 403, measurement 5). 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 if agreed upon between the manufacturer and user.

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

The variation of the current error is then

$$\pm \Delta \varepsilon_i = \frac{U_i}{R \times 0,05 I_{Sr}} \times 100 [\%] \text{ at } 5 \% \text{ of the rated current.}$$

where

R is expressed in ohms (Ω);

U_i is expressed in volts (V);

I_{Sr} is the rated secondary current in amperes (A).

The variation of the phase displacement is then

$$\pm \Delta \delta_i = \Delta \varepsilon_i \times 34,4, \text{ in minutes (min), or}$$

$$\pm \Delta \delta_i = \Delta \varepsilon_i, \text{ in centiradians (crad).}$$

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 within the specified range of burden, then the values obtained

$$\pm \varepsilon'_i = |\varepsilon_i| + |\Delta \varepsilon_i| \quad \text{and} \quad \pm \delta'_i = |\delta_i| + |\Delta \delta_i| \quad (\text{see Figure 405})$$

shall not exceed the limits of error for the current transformer given in 5.6.201.3, 5.6.202.2.4 or 5.6.202.3.4 or 5.6.202.5.1 of IEC 61869-2:2012. It shall 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 at the rated continuous thermal current.

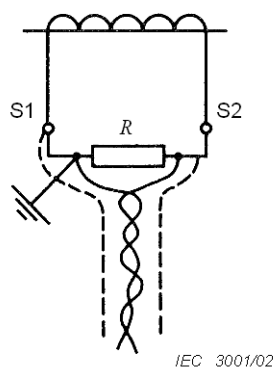


Figure 402 – Measurement 4

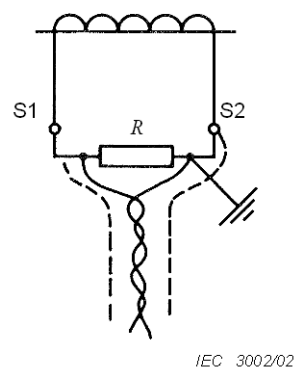
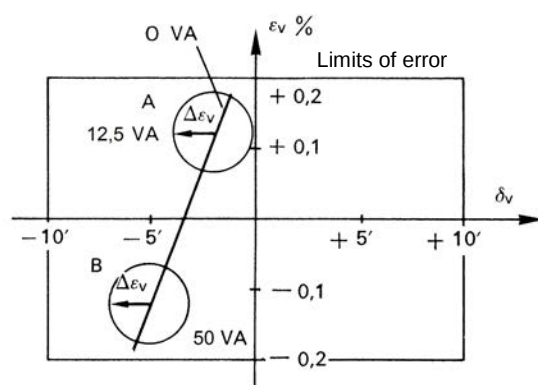


Figure 403 – Measurement 5



IEC 2852/13

Key

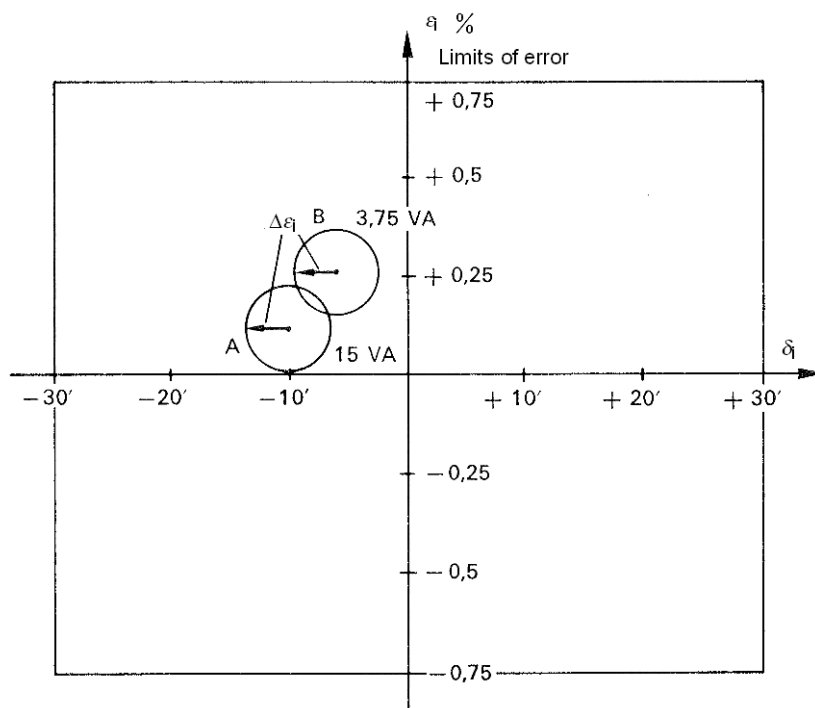
$\Delta\epsilon_v$ is the variation of the error caused by a current.

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 the voltage transformer errors without current influence.

A is the error of the voltage transformer at an output of 12,5 VA.

B is the error of the voltage transformer at an output of 50 VA.

Figure 404 – Error diagram of a voltage transformer class 0,2



IEC 3004/02

Key

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

According to the angle between the voltage and the current phasors, the end points of $\Delta\epsilon_i$ 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.

Figure 405 – Error diagram of a current transformer class 0,2 at 5 % of rated current

7.3 Routine tests

7.3.1 Power-frequency voltage withstand tests on primary terminals

Subclause 7.3.1 of IEC 61869-3:2011 is applicable with the following modifications:

7.3.1.301 General

Addition, after item b):

The differential mode (induced) AC voltage test for the voltage transformer is also the power-frequency test for the primary winding of the current transformer.

7.3.5 Test for accuracy

Additional subclause:

7.3.5.401 General

The test for accuracy of the current transformer shall be carried out in accordance with 7.3.5 of IEC 61869-2:2012 for current transformers.

The test for accuracy of the voltage transformer shall be carried out in accordance with 7.3.5 of IEC 61869-3:2011 for voltage transformers.

The variation of error determined at the type test according to 7.2.6.401 and 7.2.6.402 shall be taken into account.

8 Rules for transport, storage, erection, operation and maintenance

Clause 8 of IEC 61869-1:2007 is applicable.

9 Safety

Clause 9 of IEC 61869-1:2007 is applicable.

10 Influence of products on the natural environment

Clause 10 of IEC 61869-1:2007 is applicable.

Annexes

The annexes of IEC 61869-1:2007 and IEC 61869-2:2012 are applicable with the following modifications:

Additional annex:

Annex 4A (normative)

The mutual influence of current and voltage transformers

4A.1 The influence of the magnetic field of a current-carrying conductor on the error of a voltage transformer

The errors of a voltage transformer can be influenced by the magnetic field of a current-carrying conductor in the vicinity. The influence is greatest when the conductor is positioned horizontally at right angles to the longitudinal direction of the iron core and when the magnetic flux encircling the conductor passes through the coil opening (Figure 4A.1, influence shown for a transformer rated at 10 kV). However, in the case where the conductor is located parallel to the longitudinal direction of the iron core, the influence is practically negligible. This fact is of importance for combined instrument transformers as care shall be taken during construction that the voltage transformer is mounted in the correct position, that is, with the longitudinal direction of the iron core parallel to the current conductor running through the transformer top.

Knowing the influence of the magnetic field of a current conductor on the error of a voltage transformer is important in particular for protection with directional relay.

It is necessary to be assured of the accuracy of the voltage transformers, particularly in relation to the phase shift of the secondary voltage with respect to the primary voltage, since the voltage induced by the current has a phase shift of 90° with respect to the primary voltage.

If, in the case of a fault, the secondary voltage is 0,5 V and the induced voltage is 50 mV, the resultant error on the secondary voltage would be greater than 10 %.

A current conductor can, of course, also have an influence on any voltage transformer with highest system voltage of 0,6 kV or more, and not only on the combined instrument transformer, if the current conductor of the network is laid near the voltage transformer. This requirement therefore also applies to each voltage transformer.

4A.2 Influence of the applied voltage on the error of a current transformer

The errors of the current transformers, irrespective of whether they are constructed for low or high voltages, are normally determined at a relatively low potential of a few volts which is just sufficient to generate the necessary current. If high voltage is applied to the primary winding of the transformer, the error may change more or less because the voltage gives rise to a capacitive current from the primary winding to the secondary winding which – in the case of an unshielded secondary winding – partly flows through the instruments connected to it and partly direct to the earthed terminal of the secondary winding. Furthermore, the capacitive current flowing through the primary winding is inductively induced in the secondary winding even when flowing to a secondary electrostatic screen. In particular with 5 % of the rated current, the errors may become so great that the limits of error are exceeded. If the errors of the current transformer are measured applying the high voltage simultaneously, the reference current transformer (standard transformer) used for this purpose as well as the transformer generating the current shall be insulated from the high voltage. It is possible to use two separate transformers for the measurement but it is more practical to have only one high current winding for both the reference transformer and the current-generating transformer and to insulate this winding for the high voltage. It is important to screen the core and the secondary winding of the reference transformer as well as the core and the primary winding of the current-generating transformer.

This high current winding shall also be shielded by a screen connected to the high-voltage transformer side of the current winding in order to have the capacitive current from the high voltage to earth flowing immediately from the high-voltage transformer and not via the high current winding.

The methods for measuring the influence of a current conductor on the voltage transformer described in 7.2.6.401 are indirect methods which may be performed more easily than the direct methods whilst giving the same measuring results. For the indirect methods, the transformer previously described which is insulated for the high voltage is not necessary.

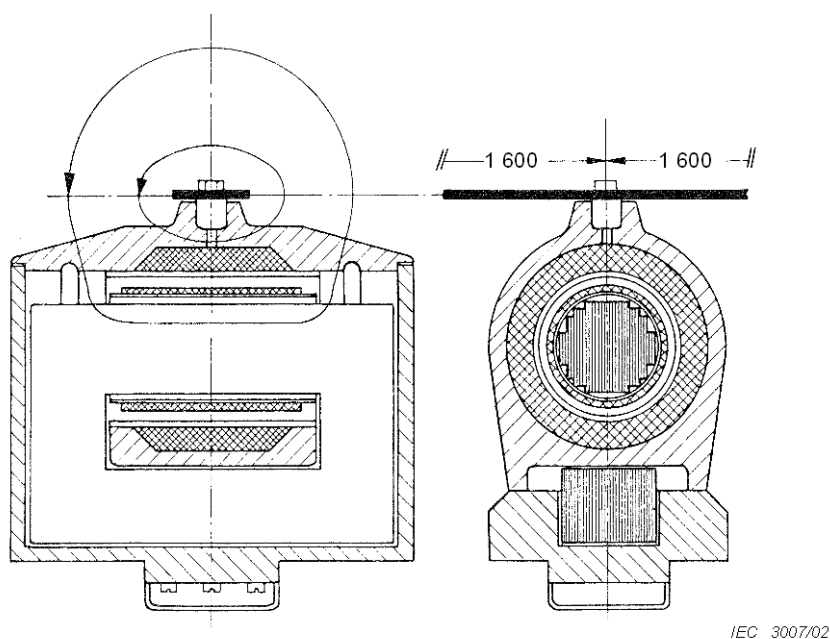


Figure 4A.1 – Current conductor and magnetic field influencing a voltage transformer

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	23
1 Domaine d'application	27
2 Références normatives	27
3 Termes, définitions et abréviations	27
4 Conditions de service normales et spéciales	30
5 Caractéristiques assignées	30
6 Conception et construction	30
7 Essais	31
8 Rules for transport, storage, erection, operation and maintenance	39
9 Safety	39
10 Influence of products on the natural environment	39
Annexes	39
Annexe 4A (normative) Influence mutuelle des transformateurs de courant et de tension	40
Figure 401 – Construction géométrique du circuit	34
Figure 402 – Mesure 4	37
Figure 403 – Mesure 5	37
Figure 404 – Diagramme d'erreur d'un transformateur de tension de classe 0,2	37
Figure 405 – Diagramme d'erreur d'un transformateur de courant de classe 0,2 à 5 % du courant assigné	38
Figure 4A.1 – Conducteur de courant et champ magnétique influençant un transformateur de tension	41
Tableau 10 – Liste des essais	32

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

TRANSFORMATEURS DE MESURE –

**Partie 4: Exigences supplémentaires
concernant les transformateurs combinés**

AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, la CEI – entre autres activités – publie des Normes internationales, des Spécifications techniques, des Rapports techniques, des Spécifications accessibles au public (PAS) et des Guides (ci-après dénommés "Publication(s) de la CEI"). Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec la CEI, participent également aux travaux. La CEI collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de la CEI concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de la CEI intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de la CEI se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de la CEI. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que la CEI s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; la CEI ne peut pas être tenue responsable de l'éventuelle mauvaise utilisation ou interprétation qui en est faite par un quelconque utilisateur final.
- 4) Dans le but d'encourager l'uniformité internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de la CEI dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de la CEI et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) La CEI elle-même ne fournit aucune attestation de conformité. Des organismes de certification indépendants fournissent des services d'évaluation de conformité et, dans certains secteurs, accèdent aux marques de conformité de la CEI. La CEI n'est responsable d'aucun des services effectués par les organismes de certification indépendants.
- 6) Tous les utilisateurs doivent s'assurer qu'ils sont en possession de la dernière édition de cette publication.
- 7) Aucune responsabilité ne doit être imputée à la CEI, à ses administrateurs, employés, auxiliaires ou mandataires, y compris ses experts particuliers et les membres de ses comités d'études et des Comités nationaux de la CEI, pour tout préjudice causé en cas de dommages corporels et matériels, ou de tout autre dommage de quelque nature que ce soit, directe ou indirecte, ou pour supporter les coûts (y compris les frais de justice) et les dépenses découlant de la publication ou de l'utilisation de cette Publication de la CEI ou de toute autre Publication de la CEI, ou au crédit qui lui est accordé.
- 8) L'attention est attirée sur les références normatives citées dans cette publication. L'utilisation de publications référencées est obligatoire pour une application correcte de la présente publication.
- 9) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Publication de la CEI peuvent faire l'objet de droits de brevet. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de brevets et de ne pas avoir signalé leur existence.

Cette Norme internationale CEI 61869-4 a été établie par le comité d'études 38 de la CEI: Transformateurs de mesure.

La présente norme remplace la CEI 60044-3: Transformateurs combinés.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
38/468/FDIS	38/472/RVD

Le rapport de vote indiqué dans le tableau ci-dessus donne toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cette norme.

Cette publication a été rédigée selon les Directives ISO/CEI, Partie 2.

La présente norme constitue la Partie 4 de la CEI 61869, publiée sous le titre général *Transformateurs de mesure*.

La présente Partie 4 doit être lue conjointement avec la CEI 61869-1, *Exigences générales*, première édition (2007), la CEI 61869-2, *Exigences supplémentaires concernant les transformateurs de courant*, première édition (2012) et la CEI 61869-3, *Exigences supplémentaires concernant les transformateurs inductifs de tension*, première édition (2011), sur lesquelles elle est basée. Le lecteur est toutefois encouragé à utiliser l'édition la plus récente de ces documents.

Cette Partie 4 suit la structure des CEI 61869-1, CEI 61869-2 et CEI 61869-3 et complète ou modifie leurs articles correspondants.

Lorsqu'un paragraphe particulier de la Partie 1, 2 ou 3 n'est pas mentionné dans cette Partie 4, cet paragraphe s'applique pour autant qu'il est raisonnable. Lorsque la présente norme spécifie "addition", "modification" ou "remplacement", le texte correspondant de la Partie 1, 2 ou 3 doit être adapté en conséquence.

Pour les articles, paragraphes, figures, tableaux, annexes ou notes supplémentaires, le système de numérotation suivant est utilisé:

- les articles, paragraphes, tableaux et figures numérotés à partir de 401 s'ajoutent à ceux de la Partie 1, 2 et 3;
- les annexes supplémentaires sont désignées 4A, 4B, etc.

Le tableau ci-dessous donne un aperçu de l'ensemble planifié de normes à la date de publication du présent document. La liste à jour des normes publiées par le CE 38 de la CEI est disponible sur le site web: www.iec.ch.

NORMES DE FAMILLES DE PRODUITS	NORMES DE PRODUITS	PRODUITS	ANCIENNES NORMES
61869-1 EXIGENCES GENERALES CONCERNANT LES TRANSFORMATEURS DE MESURE	61869-2	EXIGENCES SUPPLEMENTAIRES CONCERNANT LES TRANSFORMATEURS DE COURANT	60044-1 60044-6
	61869-3	EXIGENCES SUPPLEMENTAIRES CONCERNANT LES TRANSFORMATEURS INDUCTIFS DE TENSION	60044-2
	61869-4	EXIGENCES SUPPLEMENTAIRES CONCERNANT LES TRANSFORMATEURS COMBINES	60044-3
	61869-5	EXIGENCES SUPPLEMENTAIRES CONCERNANT LES TRANSFORMATEURS CONDENSATEURS DE TENSION	60044-5
	61869-7	EXIGENCES SUPPLEMENTAIRES CONCERNANT LES TRANSFORMATEURS DE TENSION ELECTRONIQUES	60044-7
	61869-8	EXIGENCES SUPPLEMENTAIRES CONCERNANT LES TRANSFORMATEURS DE COURANT ELECTRONIQUES	60044-8
	61869-9	INTERFACE NUMERIQUE DES TRANSFORMATEURS DE MESURE	
	61869-10	ADDITIONAL REQUIREMENTS FOR LOW-POWER STAND-ALONE CURRENT SENSORS (disponible en anglais seulement)	
	61869-11	ADDITIONAL REQUIREMENTS FOR LOW POWER STAND ALONE VOLTAGE SENSOR (disponible en anglais seulement)	60044-7
	61869-12	ADDITIONAL REQUIREMENTS FOR COMBINED ELECTRONIC INSTRUMENT TRANSFORMER OR COMBINED STAND ALONE SENSORS (disponible en anglais seulement)	
	61869-13	STAND ALONE MERGING UNIT (disponible en anglais seulement)	
	61869-14	ADDITIONAL REQUIREMENTS FOR DC CURRENT TRANSFORMERS (disponible en anglais seulement)	
	61869-15	ADDITIONAL REQUIREMENTS FOR DC VOLTAGE TRANSFORMERS (disponible en anglais seulement)	
	61869-6	ADDITIONAL GENERAL REQUIREMENT FOR ELECTRONIC INSTRUMENT TRANSFORMERS AND LOW POWER STAND ALONE SENSORS (disponible en anglais seulement)	

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de la CEI sous "<http://webstore.iec.ch>" dans les données relatives à la publication recherchée. A cette date, la publication sera

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

TRANSFORMATEURS DE MESURE –

Partie 4: Exigences supplémentaires concernant les transformateurs combinés

1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 61869 s'applique aux transformateurs combinés de fabrication récente destinés à être utilisés avec des instruments de mesure électriques et des appareils de protection électriques, à des fréquences comprises entre 15 Hz et 100 Hz.

Les exigences et les essais de cette norme, en complément des exigences et des essais de la CEI 61869-1, la CEI 61869-2 et la CEI 61869-3, couvrent les transformateurs de courant et les transformateurs inductifs de tension qui sont nécessaires pour les transformateurs combinés de mesure.

2 Références normatives

L'Article 2 de la CEI 61869-1:2007 s'applique, avec les modifications suivantes:

Addition:

CEI 60028, *Spécification internationale d'un cuivre-type recuit*

CEI 60038, *Tensions normales de la CEI*

CEI 61869-1:2007, *Transformateurs de mesure – Partie 1: Exigences générales*

CEI 61869-2:2012, *Transformateurs de mesure – Partie 2: Exigences supplémentaires concernant les transformateurs de courant*

CEI 61869-3:2011, *Transformateurs de mesure – Partie 3: Exigences supplémentaires concernant les transformateurs inductifs de tension*

3 Termes, définitions et abréviations

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions de la CEI 61869-1:2007, la CEI 61869-2:2012 et la CEI 61869-3:2011, ainsi que les suivants s'appliquent.

3.1 Définitions générales

3.1.401

transformateur combiné de mesure

transformateur de mesure composé d'un transformateur de courant et d'un transformateur de tension logés dans la même enveloppe

3.1.402

erreur du transformateur de tension

ε_V

erreur de rapport du transformateur de tension, déterminée avec le transformateur de courant déconnecté

3.1.403

déphasage du transformateur de tension

δ_v

déphasage du transformateur de tension, déterminé avec le transformateur de courant déconnecté

3.1.404

tension induite par le courant thermique permanent assigné

U_v

tension induite par le courant thermique permanent assigné du transformateur de courant dans le transformateur de tension, définie comme une mesure de la variation maximale de l'erreur de tension

3.1.405

plus grande variation de l'erreur de tension

$\Delta \varepsilon_v$

plus grande variation possible de l'erreur de rapport du transformateur de tension, due à la tension induite par le courant thermique permanent assigné du transformateur de courant

3.1.406

plus grande variation du déphasage

$\Delta \delta_v$

plus grande variation possible du déphasage du transformateur de tension, due à la tension induite par le courant thermique permanent assigné du transformateur de courant

3.1.407

valeur absolue des variations de l'erreur de tension

ε'_v

somme des valeurs absolues de l'erreur de rapport du transformateur de tension et de la plus grande variation de l'erreur de tension obtenue à une tension spécifiée

3.1.408

valeur absolue des variations du déphasage du transformateur de tension

δ'_v

somme des valeurs absolues du déphasage du transformateur de tension et de la plus grande variation du déphasage obtenue à une tension spécifiée

3.1.409

tension induite au courant thermique de courte durée assigné

U_e

tension induite par le courant thermique de courte durée du transformateur de courant dans le transformateur de tension, et marquée sur la plaque signalétique

3.1.410

erreur du transformateur de courant

ε_i

erreur de rapport du transformateur de courant, déterminée avec le transformateur de tension non excité

3.1.411

déphasage du transformateur de courant

δ_i

déphasage du transformateur de courant, déterminé avec le transformateur de tension non excité

3.1.412**tension générée dans le transformateur de courant par courant capacitif** U_i

tension générée dans le transformateur de courant par courant capacitif, due à la tension appliquée au transformateur de tension, et définie comme une mesure de la variation maximale de l'erreur de courant

3.1.413**plus grande variation de l'erreur de courant** $\Delta \varepsilon_i$

plus grande variation possible de l'erreur de rapport du transformateur de courant, due à la tension générée dans le transformateur de courant par courant capacitif

3.1.414**plus grande variation du déphasage** $\Delta \delta_i$

plus grande variation possible du déphasage du transformateur de courant, due à la tension générée dans le transformateur de courant par courant capacitif

3.1.415**valeur absolue des variations de l'erreur de courant** ε'_i

somme des valeurs absolues de l'erreur de rapport du transformateur de courant et de la plus grande variation de l'erreur de courant obtenue à un courant spécifié

3.1.416**valeur absolue des variations du déphasage du transformateur de courant** δ'_i

somme des valeurs absolues du déphasage du transformateur de courant et de la plus grande variation du déphasage obtenue à un courant spécifié

3.7 Index des abréviations et symboles

Remplacement:

ε_v	erreur du transformateur de tension
δ_v	déphasage du transformateur de tension
U_v	tension induite par le courant thermique permanent assigné
$\Delta \varepsilon_v$	plus grande variation de l'erreur de tension
U_{sr}	tension secondaire assignée
$\Delta \delta_v$	plus grande variation du déphasage du transformateur de tension
ε'_v	valeur absolue des variations de l'erreur de tension
δ'_v	valeur absolue des variations du déphasage du transformateur de tension
I_{th}	courant thermique de courte durée assigné
I_{cth}	courant thermique permanent assigné
U_e	tension induite au courant thermique de courte durée assigné
ε_i	erreur du transformateur de courant
δ_i	déphasage du transformateur de courant
U_i	tension générée dans le transformateur de courant par courant capacitif
$\Delta \varepsilon_i$	plus grande variation de l'erreur de courant

$\Delta\delta_i$	plus grande variation du déphasage du transformateur de courant
ε'_i	valeur absolue des variations de l'erreur de courant
δ_i	valeur absolue des variations du déphasage du transformateur de courant
I_{Sr}	courant secondaire assigné

4 Conditions de service normales et spéciales

L'Article 4 de la CEI 61869-1:2007 s'applique.

5 Caractéristiques assignées

L'Article 5 de la CEI 61869-1:2007, l'Article 5 de la CEI 61869-2:2012 et l'Article 5 de la CEI 61869-3:2011 s'appliquent avec les modifications suivantes:

Paragraphe complémentaire:

5.401 Exigences supplémentaires concernant les transformateurs combinés de mesure et de protection

5.401.1 Généralités

Les limites d'erreur applicables aux transformateurs combinés de mesure doivent correspondre aux exigences concernant les transformateurs de courant de mesure indiquées en 5.6.201 de la CEI 61869-2:2012, ainsi qu'aux exigences concernant les transformateurs de tension de mesure indiquées en 5.6.301 de la CEI 61869-3:2011. Les limites d'erreur applicables aux transformateurs combinés de protection doivent correspondre aux exigences concernant les transformateurs de courant pour protection, indiquées en 5.6.202 de la CEI 61869-2:2012, ainsi qu'aux exigences concernant les transformateurs de tension de protection indiquées en 5.6.302 de la CEI 61869-3:2011.

5.401.2 Influence mutuelle

Lorsque le transformateur de courant fonctionne entre 5 % du courant assigné et le courant thermique permanent assigné, le transformateur de tension ne doit pas dépasser les limites d'erreur de tension et de déphasage correspondant à sa classe dans la plage de charge spécifiée, ainsi qu'entre 80 % et 120 % de la tension assignée.

Lorsque le transformateur de tension fonctionne entre 80 % de la tension assignée et la tension assignée multipliée par le facteur de tension assigné, le transformateur de courant ne doit pas dépasser les limites d'erreur de courant et de déphasage dans la plage de courant correspondant à sa classe et dans la plage de charge spécifiée.

Voir les articles 7.2.6.401 et 7.2.6.402 et l'annexe 4A.

6 Conception et construction

L'Article 6 de la CEI 61869-1:2007, l'Article 6 de la CEI 61869-2:2012 et l'Article 6 de la CEI 61869-3:2011 s'appliquent avec les modifications suivantes:

6.4 Exigences relatives à l'échauffement des pièces et des composants

6.4.1 Généralités

Le paragraphe 6.4.1 de la CEI 61869-2:2012 s'applique avec les modifications suivantes:

Addition:

L'échauffement d'un transformateur combiné de mesure ne doit pas dépasser les valeurs appropriées de 6.4 de la CEI 61869-1:2007, si une tension telle qu'indiquée en 7.2.2 de la CEI 61869-3:2011 est appliquée et si le transformateur de courant est parcouru par un courant primaire égal au courant thermique permanent assigné. Le transformateur de courant est relié à une charge de facteur de puissance unité correspondant à la puissance assignée, le transformateur de tension étant chargé à la charge assignée ou à la charge assignée la plus élevée s'il y a plusieurs charges assignées, et à un facteur de puissance compris entre 0,8 inductif et l'unité. La tolérance supplémentaire de 10 K, proposée dans certains cas pour les transformateurs de tension (voir article 7.2.2 de la CEI 61869-3:2011) est également applicable pour les transformateurs de courant des transformateurs combinés de mesure.

6.13 Marquages*Paragraphes complémentaires:***6.13.401 Marquage des bornes**

Les bornes des transformateurs de courant et des transformateurs de tension des transformateurs combinés de mesure doivent être marquées de la même manière que celles des transformateurs individuels, comme spécifié en 6.13.201 de la CEI 61869-2:2012 et en 6.13.301 de la CEI 61869-3:2011.

6.13.402 Marquage des plaques signalétiques**6.13.402.1 Règles générales**

Les spécifications du transformateur de courant selon 6.13.202 de la CEI 61869-2:2012 et celles du transformateur de tension selon 6.13.302 de la CEI 61869-3:2011 doivent être portées séparément sur la plaque signalétique.

6.13.402.2 Marquage de la plaque signalétique d'un transformateur combiné

La plaque signalétique du transformateur de tension doit indiquer la valeur de la tension U_e induite par la valeur efficace du courant thermique de courte durée assigné circulant dans 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 du transformateur de tension chargé à 15 VA ou à la charge assignée.

NOTE A la place de la tension U_e induite par la valeur efficace du courant thermique de courte durée assigné, la plaque signalétique peut indiquer le rapport entre la tension induite et le courant qui circule dans le transformateur de courant, en millivolts par kiloampère.

7 Essais

L'Article 7 de la CEI 61869-1:2007, l'Article 7 de la CEI 61869-2:2012 et l'Article 7 de la CEI 61869-3:2011 s'appliquent avec les modifications suivantes:

7.1 Généralités**7.1.2 Liste des essais**

Remplacement du Tableau 10:

Tableau 10 – Liste des essais

Essais	Article
Essais de type	7.2
Essai d'échauffement	7.2.2
Essai de tenue à la tension de choc sur les bornes primaires	7.2.3
Essai sous pluie pour les transformateurs du type extérieur	7.2.4
Essais de compatibilité électromagnétique	7.2.5
Essais concernant la précision	7.2.6
Vérification du degré de protection par les enveloppes	7.2.7
Essai d'étanchéité de l'enveloppe à la température ambiante	7.2.8
Essai de pression de l'enveloppe	7.2.9
Essais de tenue aux courants de courte durée	7.2.201
Essai de tenue aux courts-circuits	7.2.301
Essais individuels de série	7.3
Essais de tenue en tension à la fréquence industrielle sur les bornes primaires	7.3.1
Mesure des décharges partielles	7.3.2
Essais de tenue en tension à la fréquence industrielle entre sections	7.3.3
Essais de tenue en tension à la fréquence industrielle sur les bornes secondaires	7.3.4
Essais concernant la précision	7.3.5
Vérification des marquages	7.3.6
Essai d'étanchéité des enveloppes à température ambiante	7.3.7
Essai de pression de l'enveloppe	7.3.8
Détermination de la résistance de l'enroulement secondaire	7.3.201
Détermination de la constante de temps de la boucle secondaire	7.3.202
Force électromotrice de coude assignée et courant d'excitation maximal	7.3.203
Essai de surtension entre spires	7.3.204
Essais spéciaux	7.4
Essai de tenue à l'onde de choc de tension coupé sur les bornes primaires	7.4.1
Essai aux chocs de tension coupés multiples sur les bornes primaires	7.4.2
Mesure de la capacité et du facteur de dissipation diélectrique	7.4.3
Essai de surtensions transmises	7.4.4
Essais mécaniques	7.4.5
Essai de défaut d'arc interne	7.4.6
Essai d'étanchéité de l'enveloppe à basse et haute températures	7.4.7
Essai de la mesure du point de rosée du gaz	7.4.8
Essai de corrosion	7.4.9
Essais relatifs aux risques du feu	7.4.10

Essais	Article
Essais sur prélèvements	7.5
Détermination du facteur de rémanence	7.5.1
Détermination du facteur de sécurité (FS) pour les transformateurs de courant pour mesure	7.5.2

7.2 Essais de type

7.2.2 Essai d'échauffement

Remplacement de la première phrase par la suivante:

Un essai doit être effectué afin de prouver la conformité à 6.4.1.

Addition:

Si plusieurs enroulements secondaires sont présents, lors des essais, une charge assignée appropriée doit être reliée à chaque enroulement secondaire, sauf accord contraire entre le fabricant et l'utilisateur. Pour l'essai, le transformateur doit être monté d'une manière représentative du montage en service. Le courant et la tension prescrits sont appliqués simultanément au transformateur combiné de mesure. A cette fin, il est nécessaire que l'enroulement primaire et l'enroulement secondaire du transformateur générant le courant élevé qui excite les transformateurs de courant soient isolés l'un de l'autre pour toute la tension du réseau.

Si un tel transformateur n'est pas disponible, deux autres configurations d'essai sont recommandées.

- 1) Le transformateur combiné de mesure peut être isolé lors de l'installation. La haute tension est ensuite appliquée simultanément au châssis, à l'enveloppe, à la borne de l'enroulement primaire habituellement mis à la terre en service et à une borne de chaque enroulement secondaire, tandis que la borne de l'enroulement primaire attribuée à la ligne secteur en service est mise à la terre. Ainsi l'isolation du transformateur qui génère le courant n'a pas besoin d'être dimensionnée pour la haute tension.
- 2) La haute tension est appliquée à la borne connectée à la ligne réseau en service. Les bornes primaires du transformateur de courant sont court-circuitées et connectées à la haute tension. Le courant thermique permanent assigné dans l'enroulement primaire court-circuité doit être obtenu par mise sous tension d'un ou de plusieurs enroulements secondaires du transformateur de courant.

Les trois méthodes produisent les mêmes résultats et le choix de la méthode est laissé au fabricant.

L'échauffement des enroulements doit être mesuré par la méthode d'augmentation de la résistance. Pour les enroulements primaires du transformateur de courant à très faible résistance, il est permis d'utiliser des thermocouples. L'échauffement des pièces autres que les enroulements peut être mesuré au moyen de thermomètres ou de thermocouples.

7.2.3 Essai de tenue à la tension de choc sur les bornes primaires

7.2.3.1 Généralités

Addition:

Les ondes de tension de choc doivent être appliquées à l'enroulement primaire court-circuité du transformateur de courant relié à la borne de l'enroulement primaire du transformateur de

tension qui est sous haute tension en fonctionnement. Le même branchement est valable pour les essais aux chocs coupés et coupés multiples.

7.2.6 Essai concernant la précision

Paragraphe complémentaires:

7.2.6.401 Influence du transformateur de courant sur le transformateur de tension

L'influence du transformateur de courant sur le transformateur de tension doit être soumise aux essais comme suit.

Tout d'abord, l'erreur de tension ε_v et le déphasage δ_v du transformateur de tension sont déterminés sans aucun courant fourni au transformateur de courant et conformément aux articles 7.2.6.301 et 7.2.6.302 de la CEI 61869-3:2011, dans la plage de charge spécifiée (mesure 1). Le courant thermique permanent assigné est ensuite fourni au transformateur de courant.

La ligne d'alimentation du transformateur de courant doit former une boucle horizontale à la hauteur des bornes primaires (voir Figure 401). La distance par rapport au conducteur de retour, indiquée par a à la Figure 401, doit correspondre à la distance par rapport à l'autre phase dans de la ligne secteur. Les longueurs restantes de la boucle de courant doivent être d'au moins 1,6 m chacune. L'enroulement primaire du transformateur de tension est court-circuité par un branchement aussi court que possible, placé dans le plan vertical des bornes primaires du transformateur de courant.

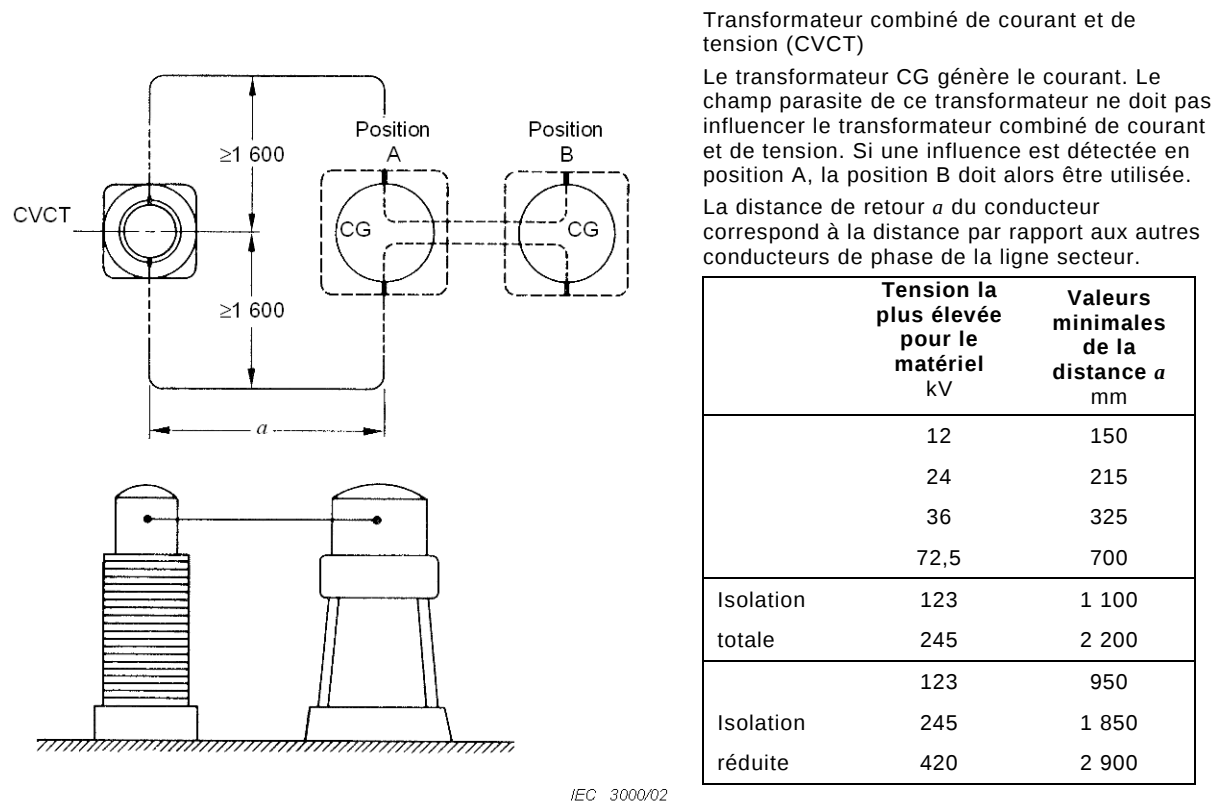


Figure 401 – Construction géométrique du circuit

La tension induite par le courant dans le transformateur de tension est mesurée au moyen d'un millivoltmètre ou d'un oscilloscope au niveau des 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 à la charge assignée ou à 15 VA, pour éviter toute erreur due à une influence extérieure sur la tension (mesure 2). Il suffit de rapporter la variation $\Delta\varepsilon$ 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:

$$\Delta\varepsilon_V = \frac{U_V}{0,8 U_{sr}} \times 100 [\%] \text{ à } 80 \% \text{ de la tension secondaire assignée}$$

$$\Delta\varepsilon_V = \frac{U_V}{0,02 U_{sr}} \times 100 [\%] \text{ à } 2 \% \text{ de la tension secondaire assignée}$$

où

U_{sr} est la tension secondaire assignée, en volts (V), et

U_V est exprimée en volts (V).

La plus grande variation possible du déphasage est alors

$$\Delta\delta_V = \Delta\varepsilon_V \times 34,4, \text{ en minutes (min), ou}$$

$$\Delta\delta_V = \Delta\varepsilon_V, \text{ en centiradians (crad).}$$

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 mesure ε_V et δ_V obtenus lors de la mesure 1 à 80 % de la tension primaire assignée pour le transformateur pour mesure et à 2 % de la tension primaire assignée pour le transformateur pour protection, dans la plage de charge spécifiée, alors les valeurs obtenues

$$\varepsilon'_V \quad |\varepsilon_V| \quad |\Delta\varepsilon_V| \quad \text{et} \quad \delta'_V \quad |\delta_V| \quad |\Delta\delta_V|$$

ne doivent pas dépasser les limites d'erreur applicables au transformateur de tension, données en 5.6.301.3 et 5.6.302.3 de la CEI 61869-3:2011 (voir Figure 404).

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

Pour prouver la conformité à 6.13.402, il est permis de calculer la valeur de la tension induite par le courant thermique de courte durée assigné, qui doit être indiquée sur la plaque signalétique, la tension U_V étant mesurée au courant thermique permanent assigné.

La tension U_e induite au courant thermique de courte durée assigné est:

$$U_e = U_V \times p$$

où

$$p = \frac{I_{th}}{I_{cth}}$$

U_V est la tension induite par le courant thermique permanent assigné;

I_{th} est le courant thermique de courte durée assigné;

I_{cth} est le courant thermique permanent assigné.

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

7.2.6.402 Influence du transformateur de tension sur le transformateur de courant

Dans le cas de transformateurs combinés de mesure, l'influence du transformateur de tension sur le transformateur de courant doit être soumise aux essais comme suit.

Le transformateur de tension n'étant pas excité, l'erreur de courant ε_i et le déphasage δ_i des transformateurs de courant sont déterminés selon 7.2.6.201, 7.3.5.202 ou 7.3.5.204 de la CEI 61869-2:2012 (mesure 3).

Une tension égale à 120 % de la tension assignée et la tension assignée multipliée par le facteur de tension assigné doivent alors être appliquées à la borne du transformateur de tension qui est directement reliée à une borne du transformateur de courant, celui-ci n'étant pas excité. La tension génère un courant capacitif dans le transformateur de courant. Ce courant est mesuré comme la chute de tension U_i dans une résistance R reliée aux bornes secondaires du transformateur de courant. La charge des enroulements secondaires du transformateur de tension n'affecte pas les résultats. Les enroulements peuvent donc être en circuit ouvert.

Au courant secondaire assigné de 1 A ou de 5 A, cette résistance recommandée peut être respectivement de 100 Ω ou de 4 Ω . Une précision de ± 10 % sur la valeur de la résistance est suffisante. Deux mesures doivent alors être faites. La chute de tension U_i est d'abord mesurée lorsqu'une borne de l'enroulement secondaire du transformateur de courant est mise à la terre (Figure 402, mesure 4), puis lorsque l'autre borne de l'enroulement secondaire est mise à la terre (Figure 403, mesure 5). La plus grande des deux mesures doit être prise en compte.

NOTE En cas d'accord entre le fabricant et l'utilisateur, il est suffisant de ne mettre à la terre que la borne qui est mise à la terre en service.

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

La variation de l'erreur de courant est alors

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

où

R est exprimée en ohms (Ω);

U_i est exprimée en volts (V);

I_{sr} est le courant secondaire assigné, en ampères (A).

La variation du déphasage est alors

$$\pm \Delta \delta_i = \Delta \varepsilon_i \times 34,4, \text{ en minutes (min), ou}$$

$$\pm \Delta \delta_i = \Delta \varepsilon_i, \text{ en centiradians (crad).}$$

Si l'on ajoute les variations de l'erreur de courant $\pm \Delta \varepsilon_i$ et du déphasage $\pm \Delta \delta_i$ aux valeurs absolues des résultats de mesure ε_i et δ_i obtenus dans la mesure 1 à 5 % du courant assigné dans la plage de charge spécifiée, alors les valeurs obtenues

$$\pm \varepsilon'_i = |\varepsilon_i| + |\Delta \varepsilon_i| \quad \text{et} \quad \pm \delta'_i = |\delta_i| + |\Delta \delta_i| \quad (\text{voir Figure 405})$$

ne doivent pas dépasser les limites d'erreur applicables au transformateur de courant, données en 5.6.201.3, 5.6.202.2.4 ou 5.6.202.3.4 ou 5.6.202.5.1 de la CEI 61869-2:2012. On doit toutefois vérifier que les erreurs de courant ne dépassent pas les limites d'erreur, même entre 5 % et 120 % du courant assigné ainsi que dans le cas d'une plage de courant assignée étendue au courant thermique permanent assigné.

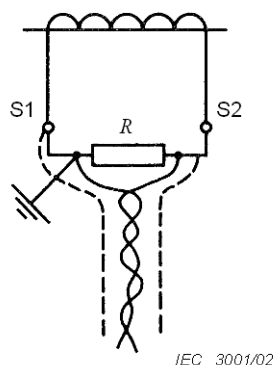


Figure 402 – Mesure 4

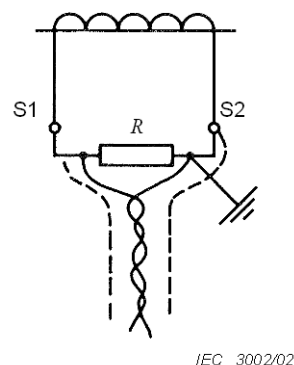
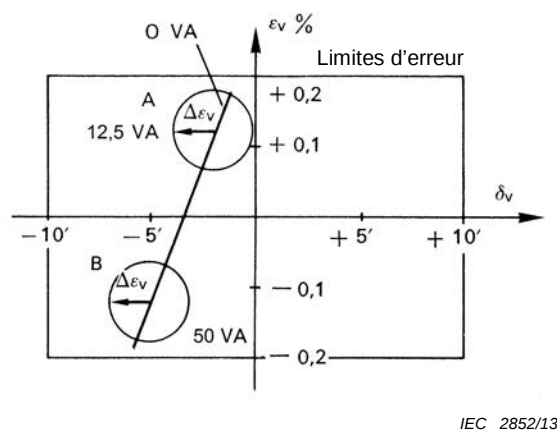


Figure 403 – Mesure 5



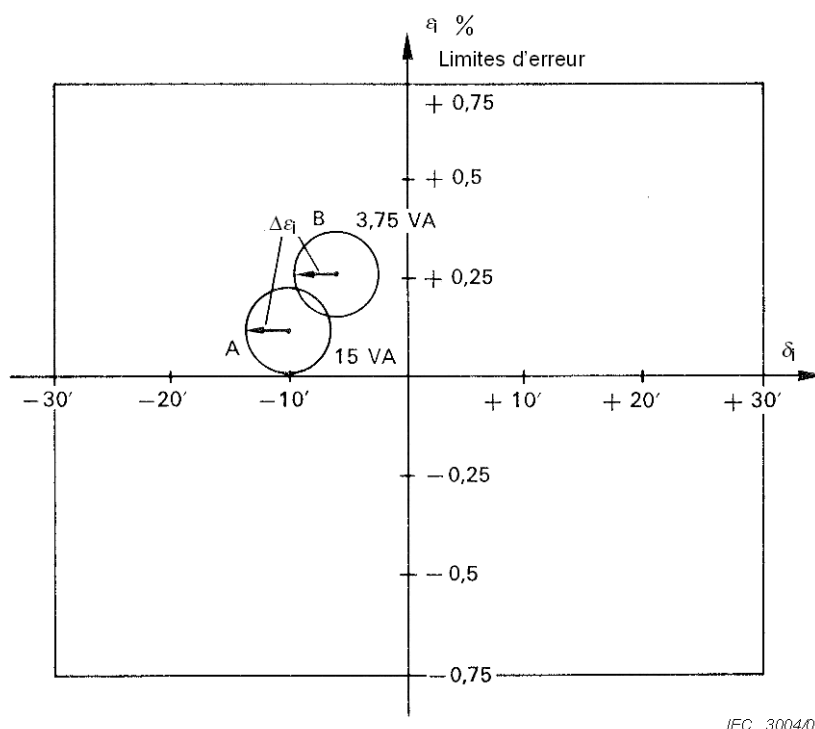
Légende

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

Suivant l'angle entre les vecteurs du courant et de tension, les extrémités de $\Delta \varepsilon_v$ se déplacent sur des cercles ayant pour centres les points d'erreurs du transformateur de tension sans influence du courant.

- A erreur du transformateur de tension à une sortie de 12,5 VA.
- B erreur du transformateur de tension à une sortie de 50 VA.

Figure 404 – Diagramme d'erreur d'un transformateur de tension de classe 0,2



Légende

$\Delta \varepsilon_i$ variation de l'erreur due à la tension appliquée.

Suivant l'angle entre les vecteurs de tension et du courant, les extrémités de $\Delta \varepsilon_i$ se déplacent sur des cercles ayant pour centres les points d'erreurs du transformateur de courant sans application de tension.

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

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

Figure 405 – Diagramme d'erreur d'un transformateur de courant de classe 0,2 à 5 % du courant assigné

7.3 Essais individuels de série

7.3.1 Essais de tenue en tension à la fréquence industrielle sur les bornes primaires

Le paragraphe 7.3.1 de la CEI 61869-3:2011 s'applique avec les modifications suivantes:

Addition, après le point b):

L'essai de tension alternatif en mode différentiel (induite) du transformateur de tension est également l'essai de fréquence industrielle de l'enroulement primaire du transformateur de courant.

7.3.5 Essai concernant la précision

Paragraphe complémentaire:

7.3.5.401 Généralités

L'essai concernant la précision du transformateur de courant doit être effectué conformément à 7.3.5 de la CEI 61869-2:2012 pour les transformateurs de courant.

L'essai concernant la précision du transformateur de tension doit être effectué conformément à 7.3.5 de la CEI 61869-3:2011 pour les transformateurs de tension.

La variation de l'erreur déterminée lors de l'essai de type conformément à 7.2.6.401 et 7.2.6.402 doit être prise en compte.

8 Rules for transport, storage, erection, operation and maintenance

L'Article 8 de la CEI 61869-1:2007 s'applique.

9 Safety

L'Article 9 de la CEI 61869-1:2007 s'applique.

10 Influence of products on the natural environment

L'Article 10 de la CEI 61869-1:2007 s'applique.

Annexes

Les annexes de la CEI 61869-1:2007 et de la CEI 61869-2:2012 s'appliquent avec les modifications suivantes:

Annexe complémentaire:

Annexe 4A (normative)

Influence mutuelle des transformateurs de courant et de tension

4A.1 Influence du champ magnétique d'un conducteur porteur de 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 positionné horizontalement et fait un angle droit avec l'axe longitudinal du noyau magnétique, et lorsque le flux magnétique entourant le conducteur traverse l'ouverture du bobinage (Figure 4A.1, illustrant l'influence pour un transformateur d'une tension nominale de 10 kV). Par contre, lorsque le conducteur est parallèle à l'axe longitudinal du noyau, cette influence est pratiquement négligeable. C'est là un fait important pour les transformateurs combinés, puisqu'il faut veiller, dès la construction, à monter le transformateur de tension dans la position correcte, à savoir avec l'axe longitudinal du noyau parallèle au conducteur de courant traversant la tête du transformateur.

Il est important de connaître l'influence du champ magnétique d'un conducteur de courant sur l'erreur du transformateur de tension, notamment pour la protection par relais directionnels.

Il est nécessaire de s'assurer de la précision du transformateur de tension, notamment du déphasage de la tension secondaire par rapport à la tension primaire, dans la mesure où la tension induite par le courant est déphasée de 90° par rapport à la tension primaire.

Si, en cas de défaut, la tension secondaire est de 0,5 V et la tension induite de 50 mV, l'erreur qui en résulterait sur la tension secondaire serait supérieure à 10 %.

Bien entendu, une influence d'un conducteur de courant se manifeste également sur tout transformateur 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. Cette prescription s'applique donc aussi à tout transformateur de tension seul.

4A.2 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 faibles ou élevées, sont normalement déterminées à un potentiel relativement faible, de l'ordre de quelques volts, dont l'amplitude est juste suffisante pour générer le courant nécessaire. Si l'on applique la haute tension à l'enroulement primaire du transformateur, l'erreur peut varier plus ou moins, dans la mesure où la tension crée un courant capacitif de l'enroulement primaire vers l'enroulement secondaire, lequel, dans le cas d'un enroulement secondaire non blindé, s'écoule pour une part à travers les instruments qui lui sont reliés, et pour l'autre directement à la borne de terre de l'enroulement secondaire. De plus, le courant capacitif parcourant l'enroulement primaire est transmis inductivement à l'enroulement secondaire, même s'il s'écoule par un écran électrostatique secondaire. A 5 % du courant assigné, notamment, les erreurs peuvent augmenter au point de dépasser les limites imposées. Si l'on mesure les erreurs du transformateur de courant en lui appliquant simultanément la haute tension, il est nécessaire que le transformateur de courant de référence (transformateur étalon) utilisé pour cette mesure, ainsi que celui employé pour générer le courant soient isolés pour la haute tension. Il est possible d'employer pour la mesure deux transformateurs séparés, mais il est plus pratique de n'utiliser qu'un seul enroulement à courant élevé, à la fois pour le transformateur étalon et pour celui qui produit le courant, et de l'isoler pour la haute tension.

Il est important de blinder le noyau et l'enroulement secondaire du transformateur étalon, ainsi que le noyau et l'enroulement primaire de celui qui produit le courant. Il est nécessaire que l'enroulement à courant fort soit également pourvu d'un écran connecté à la borne de cet enroulement qui est directement reliée au transformateur à haute tension de telle sorte que le courant capacitif haute tension s'écoule à la terre directement du transformateur à haute tension, sans traverser l'enroulement à courant fort.

Les méthodes de mesure de l'influence d'un conducteur de courant sur le transformateur de tension décrites en 7.2.6.401 sont des méthodes indirectes, qui sont plus faciles à mettre en œuvre que les méthodes directes, et donnent pourtant les mêmes résultats de mesure. Ces méthodes indirectes ne nécessitent pas le transformateur isolé pour la haute tension précédemment décrit.

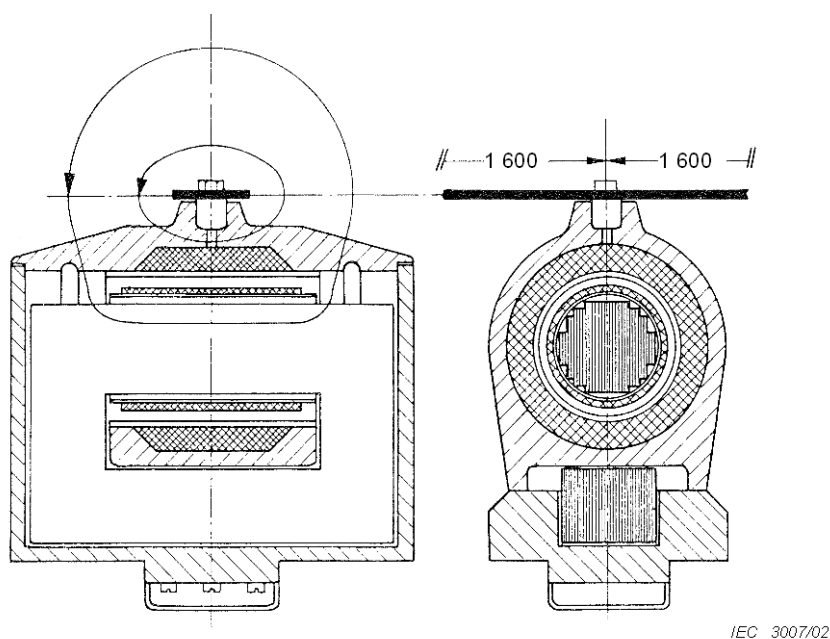


Figure 4A.1 – Conducteur de courant et champ magnétique influençant un transformateur de tension

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

3, rue de Varembé
PO Box 131
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

Tel: + 41 22 919 02 11
Fax: + 41 22 919 03 00
info@iec.ch
www.iec.ch