

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



Instrument transformers –

Part 10: Additional requirements for low-power passive current transformers

Transformateurs de mesure –

Partie 10: Exigences supplémentaires concernant les transformateurs de courant passifs de faible puissance

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61869-10:2017



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2017 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 l'IEC ou du Comité national de l'IEC du pays du demandeur. Si vous avez des questions sur le copyright de l'IEC ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de l'IEC 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.

IEC Catalogue - webstore.iec.ch/catalogue

The stand-alone application for consulting the entire bibliographical information on IEC International Standards, Technical Specifications, Technical Reports and other documents. Available for PC, Mac OS, Android Tablets and iPad.

IEC publications search - www.iec.ch/searchpub

The advanced search enables 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 online and also once a month by email.

Electropedia - www.electropedia.org

The world's leading online dictionary of electronic and electrical terms containing 20 000 terms and definitions in English and French, with equivalent terms in 16 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) online.

IEC Glossary - std.iec.ch/glossary

65 000 electrotechnical terminology entries in English and French extracted from the Terms and Definitions clause of IEC publications issued since 2002. Some entries have been collected from earlier publications of IEC TC 37, 77, 86 and CISPR.

IEC 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 l'IEC

La Commission Electrotechnique Internationale (IEC) 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 IEC

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

Catalogue IEC - webstore.iec.ch/catalogue

Application autonome pour consulter tous les renseignements bibliographiques sur les Normes internationales, Spécifications techniques, Rapports techniques et autres documents de l'IEC. Disponible pour PC, Mac OS, tablettes Android et iPad.

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

La recherche avancée permet de trouver des publications IEC 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.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

Restez informé sur les nouvelles publications IEC. 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 de termes électroniques et électriques. Il contient 20 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans 16 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.

Glossaire IEC - std.iec.ch/glossary

65 000 entrées terminologiques électrotechniques, en anglais et en français, extraites des articles Termes et Définitions des publications IEC parues depuis 2002. Plus certaines entrées antérieures extraites des publications des CE 37, 77, 86 et CISPR de l'IEC.

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.

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



Instrument transformers –

Part 10: Additional requirements for low-power passive current transformers

Transformateurs de mesure –

Partie 10: Exigences supplémentaires concernant les transformateurs de courant passifs de faible puissance

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 17.220.20

ISBN 978-2-8322-5129-4

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.....	4
INTRODUCTION.....	8
1 Scope.....	9
2 Normative references	9
3 Terms and definitions	10
3.1 General definitions.....	10
3.4 Definitions related to accuracy	10
3.7 Index of abbreviations.....	13
5 Ratings.....	13
5.3 Rated insulation levels and voltages	13
5.5 Rated output	14
5.6 Rated accuracy class.....	14
5.1001 Standard values for rated primary current (I_{pr}).....	16
5.1002 standard values for rated extended primary current factor (K_{pcr})	16
5.1003 Standard value of rated continuous thermal current (I_{cth}).....	16
5.1004 Standard values of rated secondary voltage (U_{sr}).....	17
5.1005 Short-time current ratings	17
5.1006 Rated phase offset (ϕ_{or})	17
6 Design and construction	17
6.11 Electromagnetic compatibility (EMC).....	17
6.13 Markings.....	17
6.601 Requirements for optical transmitting system and optical output link	19
6.602 Requirements for electrical transmitting system and electrical wires for output link.....	19
6.603 Signal-to-noise ratio.....	19
6.604 Failure detection and maintenance announcement.....	19
6.605 Operability	19
6.606 Reliability and dependability	19
6.607 Vibrations	20
7 Tests.....	20
7.1 General.....	20
7.2 Type tests.....	21
7.4 Special tests.....	25
601 Information to be given with enquiries, tenders and orders	25
601.1 Designation.....	25
601.2 Dependability.....	26
Annex 10A (informative) Designation of accuracy class when using the corrected transformation ratio and ratio correction factor.....	27
10A.1 General.....	27
10A.2 Designation of accuracy class based on rated transformation ratio	28
10A.3 Designation of accuracy class based on individual ratio correction factor.....	28
10A.4 Example of application.....	28
Annex 10B (informative) Principle of operation of Rogowski coils.....	32
10B.1 General.....	32
10B.2 Principle of operation.....	32
10B.3 Designs	33

10B.4 Accuracy.....	33
10B.5 Frequency dependence and response.....	35
Annex 10C (informative) Principle of operation of low-power iron core current transformers (proportional LPCT).....	37
10C.1 General.....	37
10C.2 Principle	37
10C.3 Accuracy.....	38
Annex 10D (normative) Test for accuracy with respect to the positioning of the primary conductor.....	39
10D.1 General.....	39
10D.2 Designation of accuracy class extension	39
10D.3 Test procedure.....	40
Bibliography.....	42
Figure 1001 – General block diagram of a single-phase low-power passive current transformer	8
Figure 1002 – Marking of terminals	18
Figure 1003 – Test set up for impact of magnetic field from other phases	24
Figure 10A.1 – Accuracy class designation improved based on individual ratio correction factor CF_I	28
Figure 10A.2 – Accuracy test of passive LPCT.....	29
Figure 10A.3 – Accuracy class of 1 % designated based on rated transformation ratio.....	30
Figure 10A.4 – Accuracy class of 0,1 % designated based on using the ratio correction factor and corrected transformation ratio.....	31
Figure 10B.1 – Rogowski coil Equivalent Circuits.....	35
Figure 10B.2 – Integrated and non-integrated Rogowski coil output signals	35
Figure 10B.3 – Rogowski coil frequency dependence test	36
Figure 10C.1 – Principle of iron core current transformer	37
Figure 10C.2 – Equivalent circuit of the iron core current transformer with voltage output	38
Figure 10D.1 – Definition of the angle between the primary conductor and the LPCT	39
$d_{min} = d_{max}$	40
Figure 10D.2 – Illustration of the primary conductor position according to the position factor	40
Figure 10D.3 – Accuracy measurement test set up	41
Table 1001 – Limits of ratio error and phase error for measuring passive LPCT	15
Table 1002 – Limits of errors	16
Table 1003 – Pin assignment for RJ45 connectors used in passive LPCT	19
Table 10 – List of tests.....	20
Table 1004 – Designation of a passive LPCT	26
Table 10A.1 – Ratio, ratio error based on mean value, and corresponding primary current	29
Table 10A.2 – Measured ratio error, correction factor and ratio error based on ratio correction factor for five passive LPCT	30
Table 10D.1 – Limits for the position of the primary conductor with respect to the passive LPCT	39

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

INSTRUMENT TRANSFORMERS –**Part 10: Additional requirements
for low-power passive current 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.

International Standard IEC 61869-10 has been prepared IEC technical committee 38: Instrument transformers.

This first edition of IEC 61869-10, together with IEC 61869-1, IEC 61869-6, IEC 61869-8 and IEC 61869-9, cancels and replaces the first edition of IEC 60044-8, published in 2002¹. This edition constitutes a technical revision.

The technical changes concern IEC TC 38's decision to restructure the whole set of stand-alone standards in the IEC 60044 series and transform it into a new set of standards composed of general requirements documents and specific requirements documents.

¹ IEC 60044-8 will eventually be replaced by the IEC 61869 series, but until all the relevant parts of the IEC 61869 series will be published, this standard is still in force.

The text of this International Standard is based on the following documents:

FDIS	Report on voting
38/550/FDIS	38/551/RVD

Full information on the voting for the approval of this part of IEC 61869 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 10 of IEC 61869, published under the general title *Instrument transformers*.

This Part 10 is to be read in conjunction with, and is based on, IEC 61869-1:2007, *General requirements* and IEC 61869-6:2016, *Additional general requirements for low-power instrument transformers* – however, the reader is encouraged to use the most recent edition of these documents.

This Part 10 follows the structure of IEC 61869-1:2007 and IEC 61869-6:2016 and supplements or modifies the corresponding clauses.

When a particular subclause of Part 1 or part 6 is not mentioned in this Part 10, that subclause applies. When this part of IEC 61869 states “addition”, “modification” or “replacement”, the relevant text in part 1 or part 6 is to be adapted accordingly.

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

- clauses, subclauses, tables, figures and notes that are numbered starting from 1001 are additional to those in Part 1 and Part 6;
- additional annexes are lettered 10A, 10B, 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 TC 38 is available on the IEC website.

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

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.

IMPORTANT – The 'colour inside' logo on the cover page of this publication indicates that it contains colours which are considered to be useful for the correct understanding of its contents. Users should therefore print this document using a colour printer.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61869-10:2017

INTRODUCTION

Low-power passive current transformers (LPCT) are based on passive technologies without any active electronic components. They can have an output signal proportional to the primary current, for example iron core coils with integrated shunt as a current to voltage converter (primary converter) or they can have an output signal proportional to the derivative of the primary current, for example air-core coils (Rogowski coils). This part of IEC 61869 does not cover the air-core coils with active integrator.

According to a general block diagram given in Figure 601 of IEC 61869-6:2016, the low-power passive current transformers do not use an active primary converter (i.e. without any active electronic component); therefore, there is no need for primary power supply. Additionally, neither the secondary converter nor the secondary power supply is used.

The general block diagram of a low-power passive current transformer is given in Figure 1001.

The applied technology decides which part is necessary for the realization of a low-power passive current transformer, i.e. it is not absolutely necessary that the transmitting cable or primary converter described in Figure 1001 be included in the low-power passive current transformer. The derivative LPCT solution considers only the air-core coil as the primary sensor and the transmission cable as the transmitting system. In this technology, the primary converter is not considered. In case of a proportional LPCT solution, the ferromagnetic-core coil is considered as the primary sensor, a burden resistance connected directly to the coil outputs works as a primary converter and the transmission cable is a transmitting system.

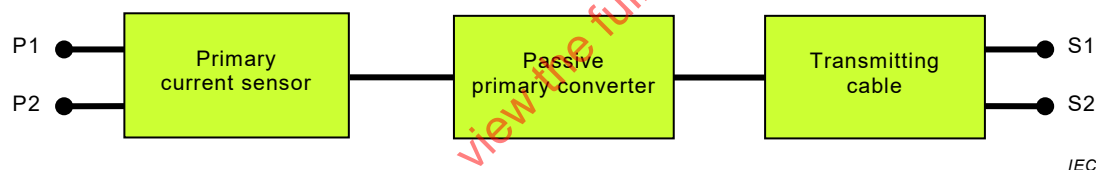


Figure 1001 – General block diagram of a single-phase low-power passive current transformer

INSTRUMENT TRANSFORMERS –

Part 10: Additional requirements for low-power passive current transformers

1 Scope

This part of IEC 61869 is a product standard and covers only additional requirements for low-power passive current transformers. The product standard for low-power passive current transformers comprises IEC 61869-1, together with IEC 61869-6 and this document with specific requirements.

This document is applicable to newly manufactured low-power passive current transformers with analogue output for use with electrical measuring instruments or electrical protective devices having a rated frequency from 15 Hz to 100 Hz.

This document covers low-power passive current transformers used for measurement or protection and multi-purpose low-power passive current transformers used for both measurement and protection.

Subclause 5.6.1001 covers the accuracy requirements that are necessary for low-power passive current transformers for use with electrical measuring instruments.

Subclause 5.6.1002 covers the accuracy requirements that are necessary for low-power passive current transformers for use with electrical protective relays, and particularly for forms of protection in which the prime requirement is to maintain the accuracy up to several times the rated current. If required, the transient accuracy of low-power passive current transformers during fault is also given in 5.6.1002.

Low-power passive current transformers have analogue voltage output only (for digital output or for technology using any kind of active electronic components refer to IEC 61869-8²). Such low-power passive current transformers can include the secondary signal cable (transmitting cable). The principle of operation of derivative low-power passive current transformers using air-core coils (Rogowski coils) is given in Annex 10B and the principle of operation of proportional low-power passive current transformers using iron-core coils with integrated shunt is given in Annex 10C.

2 Normative references

The following documents are referred to in the text in such a way that some or all of their content constitutes requirements of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

Clause 2 of IEC 61869-6:2016 is applicable with the following additions:

IEC 60059, *IEC standard current ratings*

IEC 61869-6:2016, *Instrument transformers – Part 6: Additional general requirements for low-power instrument transformers*

² Under preparation.

3 Terms and definitions

For the purposes of this document, the terms and definitions given in IEC 61869-1 and IEC 61869-6 apply with the following additions and modifications.

3.1 General definitions

3.1.613

transmitting system

Definition 3.1.613 of IEC 61869-6:2016 is applicable with the following addition:

Note 1001 to entry: For low-power passive current transformers the transmitting system is just a transmitting cable.

3.1.621

output signal

Definition of 3.1.621 of IEC 61869-6:2016 is applicable with the following modification:

Note 1 to entry: In an electrical steady-state condition, the output signal is defined by the following formula:

$$u_s(t) = U_s \sqrt{2} \sin(2\pi f t + \varphi_s) + u_{sres}(t)$$

where

$u_s(t)$ is the output signal;

U_s is the RMS value of the secondary voltage, when $u_{sres}(t) = 0$;

f is the fundamental frequency;

φ_s is the secondary phase angle;

$u_{sres}(t)$ is the secondary residual voltage including harmonic, interharmonic and sub-harmonic components;

t is the instantaneous value of the time;

f, U_s, φ_s being constant for steady-state condition.

3.1.1001

derivative LPCT

low-power passive current transformer providing an output signal proportional to the derivative of the input signal

Note 1 to entry: LPCT based on non-magnetic-core coil technology without a built-in integrator (e.g. Rogowski coils) are derivative LPCT.

3.1.1002

proportional LPCT

low-power passive current transformer providing an output signal proportional to the input signal

Note 1 to entry: LPCT based on iron-core technology with a built-in primary converter providing output voltage are proportional LPCT.

3.4 Definitions related to accuracy

3.4.3

ratio error

ε

Definition 3.4.3 of IEC 61869-1:2007 and IEC 61869-6:2016 is applicable with the following addition:

Note 1001 to entry: The ratio error, expressed in percent, is given by the formula:

$$\varepsilon(\%) = \frac{K_r \cdot U_s - I_p}{I_p} \times 100$$

where

K_r is the rated transformation ratio;
 I_p is the RMS value of the primary current;
 U_s is the RMS value of the secondary voltage.

3.4.602 rated delay time

t_{dr}
 not applicable

3.4.607 composite error

ε_c
 Definition 3.4.607 of IEC 61869-6:2016 is applicable with the following addition:

Note 1001 to entry: The composite error ε_c , expressed in per cent, is given by the formula:

$$\varepsilon_c(\%) = \frac{1}{I_p} \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T [K_r \cdot u_s(t) - i_p(t)]^2 dt} \times 100$$

where

K_r is the rated transformation ratio;
 I_p is the RMS value of the primary current;
 $i_p(t)$ is the instantaneous primary current;
 $u_s(t)$ is the instantaneous secondary voltage;
 T is the duration of one cycle;
 t is the instantaneous value of the time.

3.4.1001 ratio correction factor

CF_l
 factor by which the rated transformation ratio evaluated at rated burden and rated frequency of an individual passive LPCT is to be multiplied to achieve the specified accuracy class

Note 1 to entry: Derivative LPCT is a frequency dependent device because its output linearly changes with frequency. It can be used under different system frequencies without any change in its design and without loss of accuracy. However, when the system frequency is different from the rated frequency, the correction factor is given by using the following formula:

$$CF_{lf} = CF_{lf_r} \cdot \frac{f_r}{f}$$

where

CF_{lf} is the ratio correction factor at frequency f ;
 CF_{lf_r} is the ratio correction factor at rated frequency f_r ;
 f_r is the rated system frequency of the passive LPCT;
 f is the actual system frequency.

3.4.1002 corrected transformation ratio

K_{cor}
 individual transformation ratio of a passive LPCT

Note 1 to entry: The relationship between the corrected transformation ratio and rated transformation ratio is:

$$K_{cor} = CF_l \cdot K_r$$

3.4.1003 phase offset correction

$\varphi_{o\text{ cor}}$
value added to the rated phase offset evaluated at the rated burden and rated frequency of an individual passive LPCT to achieve the specified accuracy class

3.4.1004 corrected phase offset

$\varphi_{\text{cor } \varphi_o}$
individual phase offset of a passive LPCT

Note 1 to entry: The relationship between the corrected phase offset and phase offset correction is:

$$\varphi_{\text{cor } \varphi_o} = \varphi_{o\text{ cor}} + \varphi_o$$

3.4.1005 corrected ratio error

$\varepsilon_{\text{cor l}}$
ratio error of an individual passive LPCT corrected by the factor defined in 3.4.1001

Note 1 to entry: The corrected ratio error is given by the formula:

$$\varepsilon_{\text{cor l}}(\%) = \frac{CF_l \cdot K_r \cdot U_s - I_p}{I_p} \times 100$$

where

CF_l is the ratio correction factor of the individual passive LPCT.

3.4.1006 corrected composite error

$\varepsilon_{\text{c cor l}}$
composite error of an individual passive LPCT corrected by the factor defined in 3.4.1001

Note 1 to entry: The corrected composite error is given by the formula:

$$\varepsilon_{\text{c cor l}}(\%) = \frac{1}{I_p} \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T [CF_l \cdot K_r \cdot u_s(t + \delta t) - i_p(t)]^2 dt} \times 100$$

where

CF_l is the ratio correction factor of the individual passive LPCT;

$\delta t = \varphi_{\text{e cor}} \cdot T / 2\pi$ is the time adjustment due to the corrected phase error.

3.4.1007 corrected phase error

$\varphi_{\text{e cor}}$
phase error of an individual passive LPCT corrected by the value defined in 3.4.1004

Note 1 to entry: The corrected phase error is given by the formula:

$$\varphi_{\text{e cor}} = \varphi_s - \varphi_p - \varphi_{\text{cor } \varphi_o}$$

3.7 Index of abbreviations

Subclause 3.7 of IEC 61869-1:2007 is replaced by the following:

CF_I	ratio correction factor
f_r	rated frequency
I_{cth}	rated continuous thermal current
I_{dyn}	rated dynamic current
I_{epr}	rated extended primary current
$i_{p(t)}$	primary current in transient condition
I_{pr}	rated primary current
I_{psc}	rated primary short-circuit current
I_{th}	rated short-time thermal current
K_{cor}	corrected transformation ratio
K_{pdr}	rated extended primary current factor
K_r	rated transformation ratio
K_{ssc}	rated symmetrical short-circuit factor
LPCT	low- power current transformer
LPIT	low-power instrument transformer
R_{br}	rated burden
T_p	specified primary time constant for transient performance
U_m	highest voltage for equipment
U_{sr}	rated secondary voltage
ε	ratio error
ε_c	composite error
$\varepsilon_{c\ cor\ I}$	corrected composite error
$\varepsilon_{cor\ I}$	corrected ratio error
$\varphi_{cor\ \varphi_o}$	corrected phase offset
φ_o	phase offset
$\varphi_{o\ cor}$	phase offset correction
φ_{or}	rated phase offset
$\varphi_{e\ cor}$	corrected phase error

5 Ratings

5.3 Rated insulation levels and voltages

5.3.5 Insulation requirements for secondary terminals

Subclause 5.3.5 of IEC 61869-6:2016 is applicable.

5.3.601 Rated auxiliary power supply voltage (U_{ar})

Not applicable.

5.5 Rated output

5.5.601 Rated burden (R_{br})

Subclause 5.5.601 of IEC 61869-6:2016 is applicable with the following addition:

The cable included in the LPCT shall not be changed/modified in order to preserve the specified characteristics of the device.

5.5.602 Standard values for the rated delay time (t_{dr})

Not applicable.

5.6 Rated accuracy class

5.6.1001 Accuracy based on rated transformation ratio and rated phase error

Ratio error ε or composite error ε_c is calculated by the formula in Note 1001 of definitions 3.4.3 and 3.4.607. No correction for individual deviations of the passive LPCT is done.

The phase error is calculated by the formula in Note 601 of definition 3.4.605 in IEC 61869-6:2016. For passive LPCT only the rated phase offset φ_{or} is considered. Because rated delay time for passive LPCT is not applicable, φ_{tdr} is zero.

5.6.1002 Accuracy based on individual corrected transformation ratio and corrected phase offset

As an alternative to the accuracy based on rated transformation ratio and rated phase offset, for passive LPCT the accuracy can be calculated based on the individual corrected transformation ratio or individual ratio correction factor and the individual corrected phase offset or individual phase offset correction factor. More information about the individual correction is shown in Annex 10A.

Corrected ratio error ε_{cor} or corrected composite error $\varepsilon_{c\ cor}$ is calculated by the formula in Note 1 of definitions 3.4.1005 and 3.4.1006. The correction factor CF_I shall be in the range 0,900 to 1,100 and specified with the suitable accuracy and number of decimals according to the relevant accuracy class (with a minimal resolution of 0,001).

The corrected phase error is calculated by the formula in Note 1 of definition 3.4.1007. For passive LPCT the individual corrected phase offset $\varphi_{cor\ \varphi_o}$ replaces the rated phase offset φ_{or} . Because rated delay time for passive LPCT is not applicable, φ_{tdr} is zero. The phase offset correction shall be in the range of ± 300 min and specified with the suitable accuracy and number of decimals according to the relevant accuracy class (with a minimal resolution of 1 min).

If the accuracy is based on the individual correction, the correction factors or the corrected transformation ratio and the corrected phase offset shall be indicated on the rating plate.

5.6.1003 Measuring low-power passive current transformers

5.6.1003.1 Accuracy class designation for low-power passive current transformers

For measuring passive LPCT, the accuracy class is designated by the highest permissible percentage of the ratio error (ε) at rated primary current and rated output.

5.6.1003.2 Standard accuracy classes

The standard accuracy classes for measuring passive LPCT are:

$$0,1 - 0,2 - 0,2S - 0,5 - 0,5S - 1 - 3$$

5.6.1003.3 Limits of current error and phase error for measuring passive LPCT

The current error and phase error at rated frequency and at rated or higher burden shall not exceed the values given in Table 1001.

**Table 1001 – Limits of ratio error and phase error
for measuring passive LPCT**

Accuracy class	Ratio error ε , $\varepsilon_{cor I}$					$\pm$ phase error at primary current shown below									
	$\pm$ %					Minutes					Centiradians				
	at current					at current					at current				
	$0,01$ I_{pr}	$0,05$ I_{pr}	$0,2I_{pr}$	I_{pr}	$K_{p_{cr}} \times$ I_{pr}	$0,01$ I_{pr}	$0,05$ I_{pr}	$0,2I_{pr}$	I_{pr}	$K_{p_{cr}} \times$ I_{pr}	$0,01$ I_{pr}	$0,05$ I_{pr}	$0,2I_{pr}$	I_{pr}	$K_{p_{cr}} \times$ I_{pr}
0,1	-	0,4	0,2	0,1	0,1	-	15	8	5	5	-	0,45	0,24	0,15	0,15
0,2	-	0,75	0,35	0,2	0,2	-	30	15	10	10	-	0,9	0,45	0,3	0,3
0,2 S	0,75	0,35	0,2	0,2	0,2	30	15	10	10	10	0,9	0,45	0,3	0,3	0,3
0,5	-	1,5	0,75	0,5	0,5	-	90	45	30	30	-	2,7	1,35	0,9	0,9
0,5 S	1,5	0,75	0,5	0,5	0,5	90	45	30	30	30	2,7	1,35	0,9	0,9	0,9
1,0	-	3,0	1,5	1,0	1,0	-	180	90	60	60	-	5,4	2,7	1,8	1,8
3	-	-	4,5	3	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

More information and an explanatory diagram on the limits of accuracy and protection classes are available in IEC 61869-6:2016, Annex 6E.

For passive LPCT without integrated primary conductor Annex 10D defines accuracy designations regarding the position of the primary conductor.

5.6.1003.4 Accuracy requirements on harmonics

If there are requirements for harmonics, the accuracy requirements on harmonics, given in IEC 61869-6:2016, Annex 6A, are applicable even though the improvement of the relevant test procedures given there is under consideration by IEC TC 38.

5.6.1004 Protective low-power passive current transformers

5.6.1004.1 Rated accuracy limit primary current

The standard values for the rated accuracy limit primary currents shall be according to IEC 60059. The preferred values are:

5 000 A – 10 000 A – 12 500 A – 25 000 A – 31 500 A – 40 000 A – 50 000 A – 63 000 A – 80 000 A

5.6.1004.2 Accuracy class designation

For protective passive LPCT, the accuracy class is designated by the highest permissible percentage of the composite error, followed by the letter “P” (meaning protection) or by the letters “TPE” (meaning transient protection electronic classes) and the rated accuracy limit primary current.

NOTE See IEC 61869-6:2016, Annex 6B, for more explanations on TPE classes.

5.6.1004.3 Standard accuracy classes

The standard accuracy classes for protective passive LPCT are:

5P – 10P – 5TPE

5.6.1004.4 Limits of current error and phase error for protective passive LPCT

At rated frequency and at a burden equal to or higher than the rated burden, the current ratio error, phase error and composite error shall not exceed the values given in Table 1002.

For class TPE the maximum peak instantaneous error shall not exceed the values given in Table 1002 during application of specified duty cycle. More information is given in IEC 61869-6:2016, Annex 6B.

Table 1002 – Limits of errors

Accuracy class	$\pm$ Ratio error at rated primary current $\varepsilon, \varepsilon_{\text{cor I}}$ in %	$\pm$ Phase error at rated primary current		Composite error at rated accuracy limit primary current $\varepsilon_c, \varepsilon_{\text{cor I}}$ in %	Maximum peak instantaneous error at rated primary short circuit current I_{psc} %
		Minutes	Centiradians		
5TPE	1	60	1,8	5	10
5P	1	60	1,8	5	-
10P	3	-	-	10	-

NOTE Information on transient performance related to class TPE and other classes defined in IEC 61869-2 (PR, PX, PXR, TPX, TPY and TPZ) are given in IEC 61869-6:2016, Annex 6B.

For passive LPCT without integrated primary conductor Annex 10D defines accuracy designations regarding the position of the primary conductor.

5.6.1004.5 Accuracy requirements on harmonics

If there are requirements for harmonics, the accuracy requirements on harmonics, given in IEC 61869-6:2016, Annex 6A, are applicable even though the improvement of the relevant test procedures given there is under consideration by IEC TC 38.

5.1001 Standard values for rated primary current (I_{pr})

The standard values of rated primary currents are:

$$25 \text{ A} - 50 \text{ A} - 80 \text{ A} - 100 \text{ A}$$

and their decimal multiples or fractions.

5.1002 Standard values for rated extended primary current factor (K_{pcr})

Because of the linear characteristics, the same passive LPCT can be used within a wide range of primary current values. The standard values for the rated extended primary current factor are:

$$5 - 10 - 20 - 50 - 100$$

NOTE Selection of proper primary and secondary rated values is done in line with input limits of the measuring or protection equipment.

5.1003 Standard value of rated continuous thermal current (I_{cth})

The standard value of the rated continuous thermal current is the rated primary current (I_{pr}) or the rated extended primary current (I_{epc}) if specified.

5.1004 Standard values of rated secondary voltage (U_{sr})

The standard RMS. values of the rated secondary voltage, U_{sr} , at rated primary current are:

$$22,5 \text{ mV} - 150 \text{ mV} - 225 \text{ mV}$$

5.1005 Short-time current ratings**5.1005.1 Rated short-time thermal current (I_{th})**

A rated short-time thermal current (I_{th}) shall be assigned to the passive LPCT.

The standard value of the duration of the rated short-time thermal current is 1 s.

5.1005.2 Rated dynamic current (I_{dyn})

The value of the rated dynamic current (I_{dyn}) is 2,5 times the rated short-time thermal current (I_{th}) and it shall be indicated on the rating plate when it is different from this value.

5.1006 Rated phase offset (ϕ_{or})

The rated phase offset for proportional LPCT is 0°.

The rated phase offset for derivative LPCT is 90°.

6 Design and construction**6.11 Electromagnetic compatibility (EMC)****6.11.3 Requirements for immunity**

Not applicable.

6.11.601 Emission requirements

Subclause 6.11.601 of IEC 61869-6:2016 is applicable with the following additions:

As a consequence, no further emission requirement is specified for passive LPCT in addition to Radio Interface Voltage (RIV) test and Transmitted Overvoltage (TOV) test.

6.13 Markings

Subclause 6.13 of IEC 61869-6:2016 is applicable with the following additions:

6.13.1001 Terminal markings – General rules

The terminal markings shall identify

- a) the primary and secondary windings;
- b) the relative polarities of windings.

6.13.1002 Method of marking

The primary terminals shall be marked clearly and indelibly, either on their surface or in their immediate vicinity. If possible, the secondary terminals shall be identified clearly and indelibly, either on the surface of passive LPCT or in case of an integrated cable with connector, in the immediate vicinity of the connector. If not possible, the manufacturer shall in any case provide relevant information in the product documentation.

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

6.13.1003 Markings to be used

The markings of passive LPCT terminals shall be as indicated in Figure 1002.

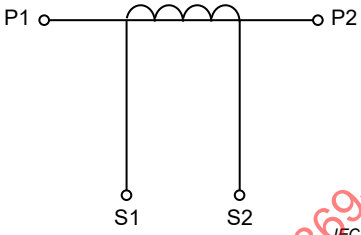
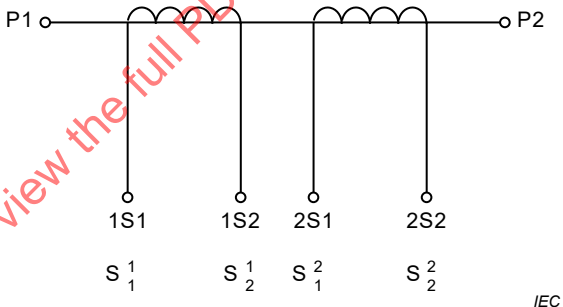
Primary terminals	 passive LPCT with one secondary winding
Secondary terminals	
Primary terminals	 passive LPCT with 2 secondary windings; each with its own core. (Two alternative markings for the secondary terminals.)
Secondary terminals	

Figure 1002 – Marking of terminals

6.13.1004 Indication of relative polarities

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

NOTE For a derivative LPCT the output will be out of phase typically by 90° (leading).

6.13.1005 Rating plate markings

In addition to those markings defined in IEC 61869-1:2007, 6.13, and IEC 61869-6:2016, 6.13, all low-power passive current transformers shall carry the following rating plate markings:

- the rated primary current and secondary voltage (e.g. 100A/22,5mV);
- the rated extended primary current factor (e.g. $K_{pcr} = 10$);
- the rated short-time thermal current (e.g. $I_{th} = 40$ kA);
- the rated dynamic current if it differs from $2,5 \times I_{th}$ (e.g. $I_{dyn} = 80$ kA);

- e) on low-power passive current transformers with two or more windings, the use of each winding and its corresponding terminals;
- f) the rated continuous thermal current if different from $K_{\text{pcr}} I_{\text{pr}}$;
- g) the accuracy class based on the rated and corrected transformation ratio, if applicable;

EXAMPLE 1 cl 0,2 for measuring passive LPCT.

EXAMPLE 2 5P 31 000 A for protective passive LPCT.

EXAMPLE 3 cl 0,2 / 5P 31 000 A for multi-purpose passive LPCT.

EXAMPLE 4 cl 0,5-A3 for passive LPCT without integrated primary conductor (see Annex 10D).

- h) the ratio correction factor or the corrected transformation ratio, if needed for the declared accuracy class (e.g. $CF_1 = 0,9657$, or $K_{\text{cor}} = 16,11 \text{ kA/V}$);
- i) the phase offset correction, or the corrected phase offset if needed for the declared accuracy class (e.g. $\varphi_{\text{o cor}} = -33 \text{ min}$, or $\varphi_{\text{cor } \varphi_{\text{o}}} = 89,45^\circ$);
- j) the type of the output signal, proportional or derivative.

6.601 Requirements for optical transmitting system and optical output link

Not applicable.

6.602 Requirements for electrical transmitting system and electrical wires for output link

6.602.1 Connectors

Subclause 6.602.1 of IEC 61869-6:2016 is applicable with the following addition:

Table 1003 – Pin assignment for RJ45 connectors used in passive LPCT

RJ 45 connector for:	Pin:	1	2	3	4	5	6	7	8
Passive LPCT		S1	S2						
Reserved for Passive LPVT								a	n
Reserved for TEDS				+			-		
Reserved for power supply (see IEC 61869-7 and IEC 61869-8)					+	-			

NOTE In case of more than one secondary winding each output signal is connected with a separate cable and connector.

6.603 Signal-to-noise ratio

Not applicable.

6.604 Failure detection and maintenance announcement

Not applicable.

6.605 Operability

Not applicable.

6.606 Reliability and dependability

Not applicable.

6.607 Vibrations

Not applicable.

7 Tests

7.1 General

7.1.2 List of tests

Subclause 7.1.2 of IEC 61869-6:2016 is applicable with Table 10 replaced by the following:

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 (EMC) tests (RIV test)	7.2.5
Test 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
Short-time current test	7.2.1001
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 on secondary terminals	7.3.4
Test 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
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
Test for accuracy for harmonics and low frequencies	Annex 6A, 6A.6.1
Sample tests	7.5

7.1.1001 Passive LPCT integrated in other equipment

For specific application where the passive LPCT is integrated in other equipment (such as separable connectors, bushings, terminations, etc.) test voltages and procedures of the relevant standards for this equipment shall be taken into account. This topic is under consideration in TC 38.

7.2 Type tests

7.2.2 Temperature rise test

Subclause 7.2.2 of IEC 61869-1:2007 is applicable with the following additions:

7.2.2.1001 Test set up

For passive LPCT in three-phase gas-insulated metal-enclosed switchgear, all three phases shall be tested at the same time.

The passive LPCT shall be mounted in a manner representative of the mounting in service and the secondary windings shall be loaded with the designated burdens. However, because the position of the passive LPCT in each switchgear can be different, it is left to the manufacturer's choice of how to arrange the test set up.

The temperature rise test is not applicable for derivative LPCT without integrated primary conductor (window type).

7.2.2.1002 Measurement of the ambient temperature

The sensors to measure the ambient temperature shall be distributed around the passive LPCT, at an appropriate distance according to the passive LPCT ratings and at about half-height of the passive LPCT, protected from direct heat radiation.

To minimize the effects of variation of cooling-air temperature, particularly during the last test period, appropriate means should be used for the temperature sensors, such as heat sinks of time constant approximately equal to that of the passive LPCT.

The average readings of two sensors shall be used for the test.

7.2.2.1003 Duration of the test

The test can be terminated when the following conditions are met:

- the test duration is at least equal to three times the passive LPCT thermal time constant;
- the rate of temperature rise of the windings, and for oil immersed passive LPCT the rate of temperature rise of the top oil does not exceed 1 K/h, during three consecutive temperature rise readings.

The manufacturer shall estimate the thermal time constant by one of the following methods:

- before the test, based on the results of previous tests on a similar design. The thermal time constant shall be confirmed during the temperature rise test;
- during the test, from the temperature rise curve(s) or temperature decrease curve(s) recorded during the course of the test and calculated according to IEC 61869-2:2012 Annex 2D;
- during the test, as the point of intersection between the tangent to the temperature rise curve originating at 0 and the maximum estimated temperature rise;
- during the test, as the time elapsed until 63 % of maximum estimated temperature rise.

7.2.2.1004 Temperatures and temperature rises

The purpose of the test is to determine the average temperature rise of the windings and, for oil-immersed transformers, the temperature rise of the top oil, in steady state conditions.

The average temperature of the windings shall, when practicable, be determined by the resistance variation method, but for windings of very low resistance, thermometers, thermocouples or other appropriate temperature sensors may be employed.

Thermometers or thermocouples shall measure the temperature rise of parts other than windings. The top oil temperature shall be measured by sensors applied to the top of the metallic head directly in contact with the oil.

The temperature rises shall be determined as the difference with respect to the ambient temperature measured as indicated in 7.2.2.1002.

7.2.2.1005 Test modalities for passive LPCT having $U_m < 550$ kV

The test shall be performed by applying to the primary winding the rated continuous thermal current with the secondary(ies) connected to the rated burden.

7.2.2.1006 Test modalities for oil-immersed passive LPCT having $U_m \geq 550$ kV

The test shall be performed by applying simultaneously to the passive LPCT:

- the rated continuous thermal current to the primary winding with the secondary winding(s) connected to the rated burden;
- the highest voltage of the equipment divided by $\sqrt{3}$ between the primary winding and earth at which also a terminal of the secondary winding(s) shall be connected.

7.2.5 Electromagnetic compatibility (EMC) tests

7.2.5.2 Immunity test

Not applicable.

7.2.5.601 EMC emission tests

Not applicable.

7.2.6 Test for accuracy

7.2.6.601 General

Subclause 7.2.6.601 of IEC 61869-6:2016 is applicable with the following addition:

The correction factor and phase offset declared in the rating plate shall be used for all accuracy tests ($CF_i = 1$ is assumed if it is not declared on the rating plate).

7.2.6.602 Basic accuracy tests

7.2.6.602.1 Basic accuracy tests for measuring LPIT

Subclause 7.2.602.1 of IEC 61869-6:2016 is applicable with the following addition:

To prove compliance with the specified accuracy class, tests shall be made with the primary conductor centred and perpendicular to the LPCT (if the primary conductor is not part of the LPCT) and without the influence of an external current carrying conductor.

7.2.6.602.2 Basic accuracy tests for protective LPIT

Subclause 7.2.602.1 of IEC 61869-6:2016 is applicable with the following addition:

To prove compliance with the specified accuracy class, tests shall be made with the primary conductor centred and perpendicular to the LPCT (if the primary conductor is not part of the LPCT) and without the influence of an external current carrying conductor.

7.2.6.604 Test for accuracy versus frequency

Subclause 7.2.6.604 of IEC 61869-6:2016 is applicable with the following addition:

For frequency dependent devices such as derivative LPCT the requirements for the frequency range need adjustment to be performed in the connected device (meter, protection relays, etc.). See Clause 10B.5.

7.2.6.605 Test for accuracy in relation to replacement of components

Not applicable.

7.2.6.606 Additional accuracy tests for protective LPCT

Subclause 7.2.6.606 of IEC 61869-6:2016 is applicable with the following additions:

7.2.6.606.1001 Test for composite error

Compliance with the limits of composite error given in Table 1002 shall be demonstrated by a direct test in which a substantially sinusoidal current equal to the rated accuracy limit primary current is passed through the primary winding with the secondary winding connected to a burden of magnitude equal to the rated burden.

The test may be carried out on a passive LPCT similar to the one being supplied, except that reduced insulation may be used, provided that the same geometrical arrangement is retained.

The passive LPCT shall be mounted in a manner representative of the mounting in service and the secondary windings shall be loaded with the designated burdens. However, because the position of the passive LPCT in each switchgear can be different, it is left to the manufacturer's choice of how to arrange the test set up. The distance between the return primary conductor or other nearby conductors and the passive LPCT should be taken into account from the point of view of reproducing service conditions.

7.2.6.606.1002 Test for transient performance

Compliance with the limits of instantaneous error up to t' and/or t'' and at the accuracy limit conditions given in Table 1002 shall be demonstrated by a direct test in which a transient current defined in 3.3.613 is passed through the primary terminals with rated burden, rated primary short-circuit current, specified primary time constant and specified duty cycle.

7.2.6.1001 Test for accuracy in respect of the positioning of the primary conductor

This test is to verify the accuracy requirements if the primary conductor is not centred and/or not perpendicular to the passive LPCT.

This test is applicable to passive LPCT without integrated primary conductor. Detailed test procedures are described in Clause 10D.3.

7.2.6.1002 Test for impact of magnetic field from other phases

This test is to verify the influence of other phases on the accuracy of passive LPCT.

For passive LPCT to be embedded or installed into electric equipment (for instance installed in GIS), the test shall be performed in a configuration representing the real installation.

For passive LPCT designed for the use with cables then an external cable shall be placed outside the passive LPCT under test (see Figure 1003).

In a first step, the rated primary current is flowing through the internal conductor of the passive LPCT under test. The internal conductor shall be centred and parallel to the axis of the LPCT. The test set up shall be made in a way that the influence of any current in the external conductor can be negligible.

The ratio and phase errors are recorded.

In the second step the external conductor is attached to the external side of the passive LPCT and parallel to the internal conductor. The external conductor and the outer surface of the LPCT shall touch at 90° with respect to the output wirings position or the output connector of the LPCT, as shown in Figure 1003 b).

The rated primary current is flowing through both the internal conductor and the external conductor of the LPCT under test. The difference of both ratio and phase errors between measurements in the first and second steps shall be within 1/3 of the error limits of the relevant accuracy class.

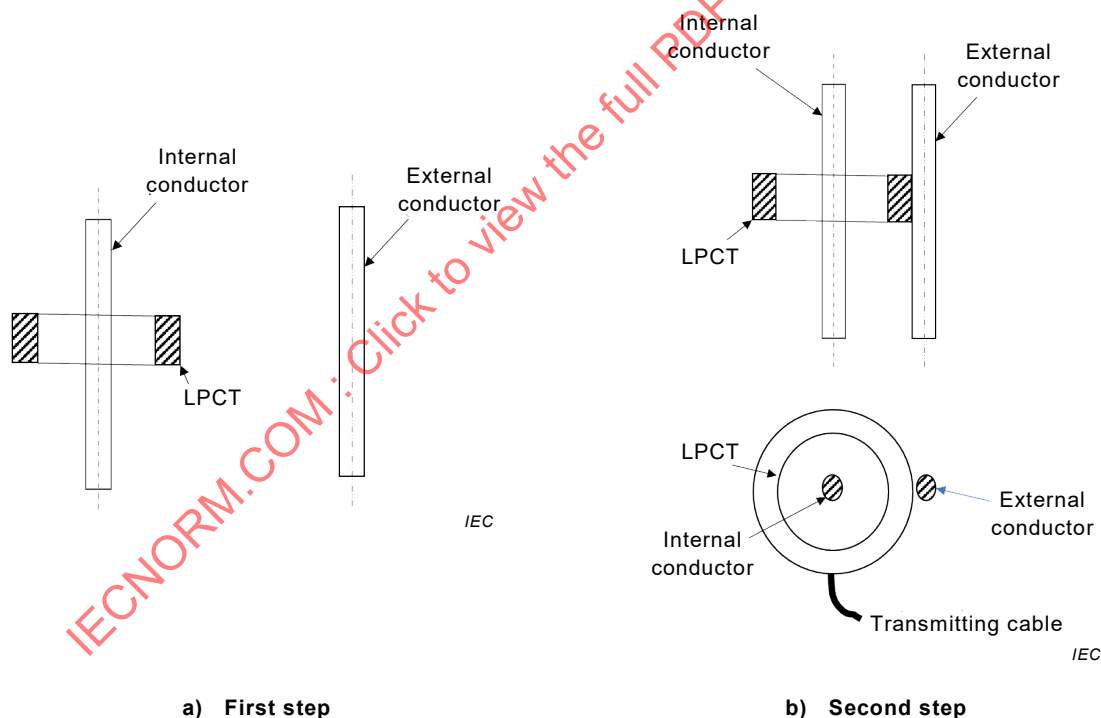


Figure 1003 – Test set up for impact of magnetic field from other phases

7.2.1001 Short-time current test

This test shall be made with the secondary winding(s) connected to the rated burden, and at a current I for a time t , so that $(I^2 t)$ is not less than $(I_{th}^2 1s)$ and provided t has a value between 0,5 s and 5 s.

The dynamic test shall be made with the secondary winding(s) connected to the rated burden, and with a primary current whose peak value is not less than the rated dynamic current (I_{dyn}) for at least one peak.

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

The transformer shall be deemed to have passed these tests if, after cooling to ambient temperature (between 10 °C and 40 °C), it satisfies the following requirements:

- a) it is not visibly damaged;
- b) its errors after the test (demagnetization may be performed if applicable) do not differ from those recorded before the tests by more than half the limits of error appropriate to its accuracy class;
- c) it withstands the dielectric tests specified in 7.3.1, 7.3.2, and 7.3.4, but with the test voltages or currents reduced to 90 % of those given;
- d) on examination, the insulation next to the surface of the conductor does not show significant deterioration (e.g. carbonization).

The examination d) is not required if the current density in the primary winding, corresponding to the rated short-time thermal current (I_{th}), does not exceed:

- 180 A/mm² where the winding is of copper of conductivity not less than 97 % of the value given in IEC 60028;
- 120 A/mm² where the winding is of aluminium of conductivity not less than 97 % of the value given in IEC 60121.

NOTE Experience has shown that in service the requirements for thermal rating are generally fulfilled in the case of class A insulation, provided that the current density in the primary winding, corresponding to the rated short-time thermal current, does not exceed the above-mentioned values.

Consequently, compliance with this requirement may take the place of the insulation examination, if agreed between manufacturer and purchaser.

7.4 Special tests

7.4.601 Vibration tests

Not applicable.

601 Information to be given with enquiries, tenders and orders

601.1 Designation

Subclause 601.1 of IEC 61869-6:2016 is applicable with the following addition:

The specification of an LPCT for an enquiry or an order shall include the items listed in Table 1004.

Table 1004 – Designation of a passive LPCT

Rating	Abbreviation	Definition	Clause or sub-clause
Highest voltage for equipment	U_m	3.2.2	5.2
Rated insulation level		3.2.3	5.3
Service conditions			4
Rated frequency	f_r	3.5.1	5.4
Rated short-time thermal current	I_{th}	3.3.605	5.1005
Rated primary current	I_{pr}	3.3.601	5.1001
Rated extended primary current	I_{epr}	3.3.602	5.1002
Rated secondary voltage	U_{sr}	3.1.623	5.1004
Rated burden	R_{br} (resistance/capacitance)	3.4.7	5.5.601
Rated accuracy limit primary current		3.3.604	5.6.1004.1
Accuracy class		3.4.5	5.6.1003.2 5.6.1004.3
Application (for example, free-standing, GIS, suspended on busbar, breaker-mounted)			
Phase offset	φ_o	3.4.603	5.1006
Correction factor (if applicable)	CF_I	3.4.1003	5.6.1002
Corrected phase offset (if applicable)	$\varphi_{cor \varphi o}$	3.4.1004	5.6.1002
For special applications:			
Rated primary short-circuit current for transient performance	I_{psc}	3.3.608	-
Rated symmetrical short-circuit current factor for transient performance	K_{ssc}	3.3.609	-
Specified primary time constant for transient performance (not for derivative LPCT)	T_p	3.3.610	-
The user shall declare whether the correction with correction factor and/or phase offset is permitted to reach the accuracy class.			

601.2 Dependability

Not applicable.

NOTE Subclause 601.2 in IEC 61869-6:2016 refers to 6.606 which is not applicable in this part of IEC 61869 because the passive LPCT has no components that will be replaced during maintenance.

Annex 10A (informative)

Designation of accuracy class when using the corrected transformation ratio and ratio correction factor

10A.1 General

Annex 10A provides an explanation for defining the accuracy class of low-power passive current transformers (passive LPCT) using the individual ratio correction factor CF_I , where I is the designation for current. The advantage of defining accuracy class using the individual ratio correction factor instead of the traditional rated transformation ratio (K_r) is that a higher accuracy class can be designated for a passive LPCT. Designation of the accuracy class in IEC 61869-6 is based on rated transformation ratio. To clarify this, a ratio error was defined, which is an error that an instrument transformer introduces into the measurement of a current and which arises from the fact that the transformation ratio of individual instrument transformers is not equal to the rated transformation ratio. Traditional metering and protection devices were not designed flexibly enough to accept the transformation ratio of individual instrument transformers. Therefore, a rated transformation ratio was used that represented a whole group of instrument transformers classified with the same accuracy class. Because the transformation ratio was slightly different for each instrument transformer, the accuracy class had to be designated so to cover all instrument transformers of the same class, resulting in reduced accuracy class designation. Today's technology makes it possible to effectively use the individual transformation ratio of passive LPCT in protection, metering, and control devices. This is possible by using the ratio correction factor CF_I combined with the rated transformation ratio or by using the corrected transformation ratio $K_{cor\ I}$. Designation of accuracy class based on the ratio correction factor and corrected transformation ratio is next explained based on actual accuracy tests performed on passive LPCT of the same design. However, this method can be applied to any type of instrument transformers.

The ratio correction factor CF_I is defined by the formula:

$$CF_I = \frac{1}{1 - \frac{x}{100}}$$

where x is error in per unit between the rated transformation ratio and actual transformation ratio at rated current.

The corrected transformation ratio is defined by the formula:

$$K_{cor} = CF_I \cdot K_r$$

In actual applications, protective relays can be designed to separately accept the rated transformation ratio (K_r) and the ratio correction factor CF_I or the corrected transformation ratio K_{cor} as one number that combines both K_r and CF_I .

Figure 10A.1 illustrates the accuracy class designation improvement for three passive LPCT using the ratio correction factor CF_I .

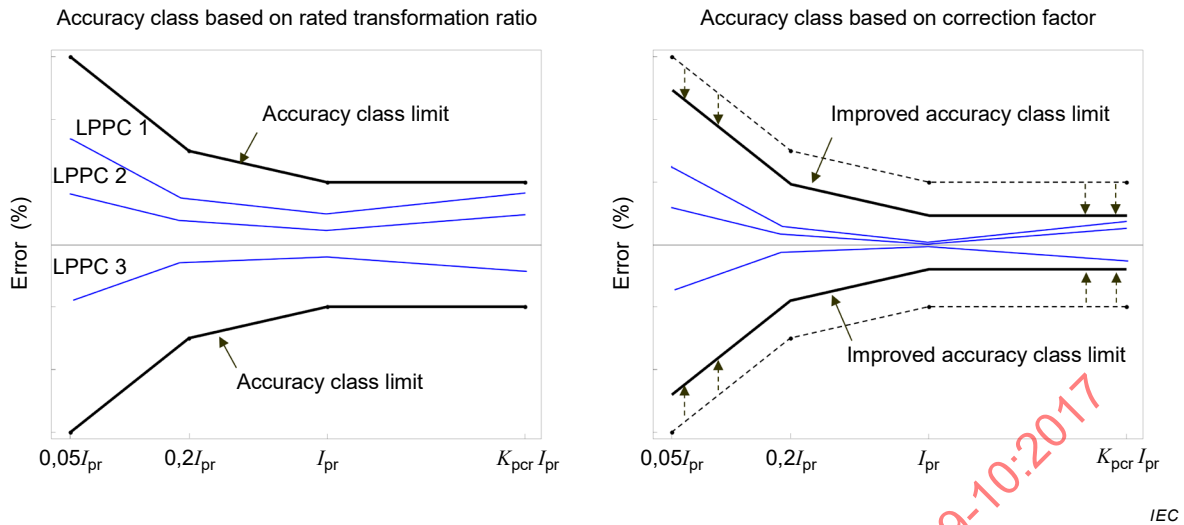


Figure 10A.1 – Accuracy class designation improved based on individual ratio correction factor CF_I

10A.2 Designation of accuracy class based on rated transformation ratio

Definition 3.4.3 defines the ratio error ε for analogue output by the formula:

$$\varepsilon = \frac{K_r \cdot U_s - I_p}{I_p} \times 100 \%$$

where

K_r is the rated transformation ratio;

I_p is the RMS value of the actual primary current when $i_{pres}(t) = 0$, where $i_{pres}(t)$ is the primary residual current including harmonic and sub-harmonic components and primary direct current;

U_s is the RMS value of secondary converter output when $U_{sdc} + u_{sres}(t) = 0$, where U_{sdc} is the secondary direct voltage and $u_{sres}(t)$ is the secondary residual voltage including harmonic and sub-harmonic components.

10A.3 Designation of accuracy class based on individual ratio correction factor

The error based on the ratio correction factor CF_I is called corrected ratio error ($\varepsilon_{cor I}$) and is defined by the formula:

$$\varepsilon_{cor I} = \frac{CF_I \cdot K_r \cdot U_s - I_p}{I_p} \times 100 \%$$

The difference from the formula in Clause 10A.2 is that the rated transformation ratio K_r here is multiplied by the ratio correction factor CF_I .

10A.4 Example of application

In this example accuracy class tests were performed on five randomly selected passive LPCT. The passive LPCT were tested centred on and perpendicular to the primary conductor as illustrated in Figure 10A.2. Test results are given in Table 10A.1 and Table 10A.2. Measurement was performed at $0,05I_{pr}$, $0,2I_{pr}$, I_{pr} , and $K_{pcr}I_{pr}$ (here, $K_{pcr} = 10$) as per

Table 1001. Expanded uncertainty of the calibration system [3]³ using coverage factor $k = 2$ was 0,007 % for magnitude and 90 μ rad for phase at primary current I_{pr} .

To emphasize the advantage of using individual ratio correction factors, accuracy class designation was performed using the mean value of measured individual transformation ratios as the rated transformation ratio, representing the traditional method and then using the individual corrected transformation ratio for accuracy class designation, representing the new method. Figure 10A.3 shows the accuracy class designation based on the rated transformation ratio. Figure 10A.4 shows the accuracy class designation based on the corrected transformation ratio that includes the ratio correction factor CF_1 .

As a conclusion, in case the measuring instrument (power meter, protection relay, etc.) allows to enter the ratio correction factor, an accuracy class of 1 designated for a passive LPCT can have a designated accuracy class of 0,1.

NOTE Annex 10A explains a method of using the ratio correction factor and the corrected transformation ratio to improve designation of accuracy class for passive LPCTs. Actual accuracy class designation also includes other parameters such as temperature impact which is not covered here, but, even when these additional parameters are included, accuracy class designation will be improved using this new method.

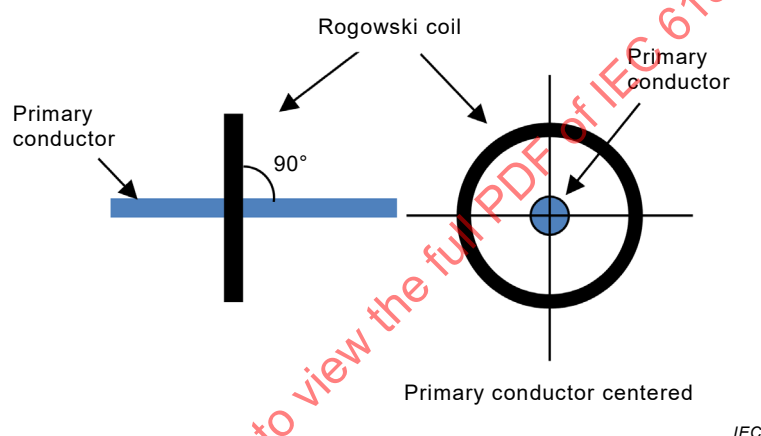


Figure 10A.2 – Accuracy test of passive LPCT

Table 10A.1 – Ratio, ratio error based on mean value, and corresponding primary current

LPCT	Ratio kA/V	Ratio error based on mean value %	Primary current at secondary voltage 22,5 mV A
passive LPCT 1	41,263	0,789	928
passive LPCT 2	40,776	-0,401	917
passive LPCT 3	41,110	0,415	925
passive LPCT 4	40,998	0,142	922
passive LPCT 5	40,556	-0,938	913
Mean Value	40,94		

³ Numbers in square brackets refer to the Bibliography.

Table 10A.2 – Measured ratio error, correction factor and ratio error based on ratio correction factor for five passive LPCT

LPCT	ε				CF_I	$\varepsilon_{\text{cor I}}$			
	$0,05 I_{\text{pr}}$	$0,2 I_{\text{pr}}$	I_{pr}	$K_{\text{pcr}} I_{\text{pr}}$		$0,05 I_{\text{pr}}$	$0,2 I_{\text{pr}}$	I_{pr}	$K_{\text{pcr}} I_{\text{pr}}$
passive LPCT 1	0,871	0,789	0,789	0,836	1,008	0,084	0	0	0,049
passive LPCT 2	-0,395	-0,401	-0,401	-0,388	0,996	0,007	0	0	0,014
passive LPCT 3	0,483	0,415	0,415	0,425	1,004	0,069	0	0	0,011
passive LPCT 4	0,191	0,142	0,142	0,227	1,001	0,051	0	0	0,087
passive LPCT 5	-0,903	-0,938	-0,938	-0,849	0,991	0,036	0	0	0,09

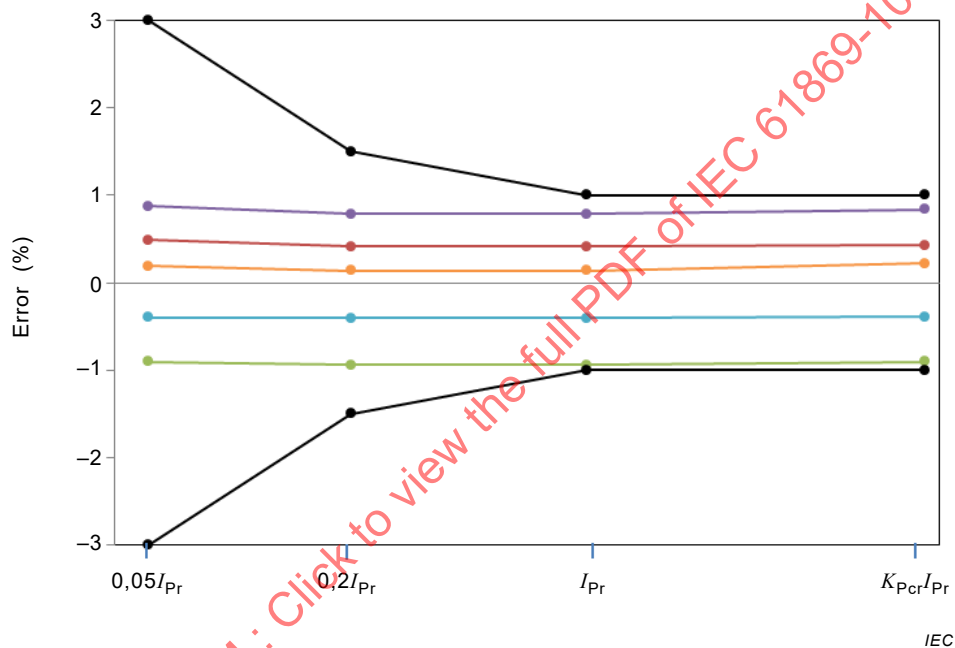


Figure 10A.3 – Accuracy class of 1 % designated based on rated transformation ratio

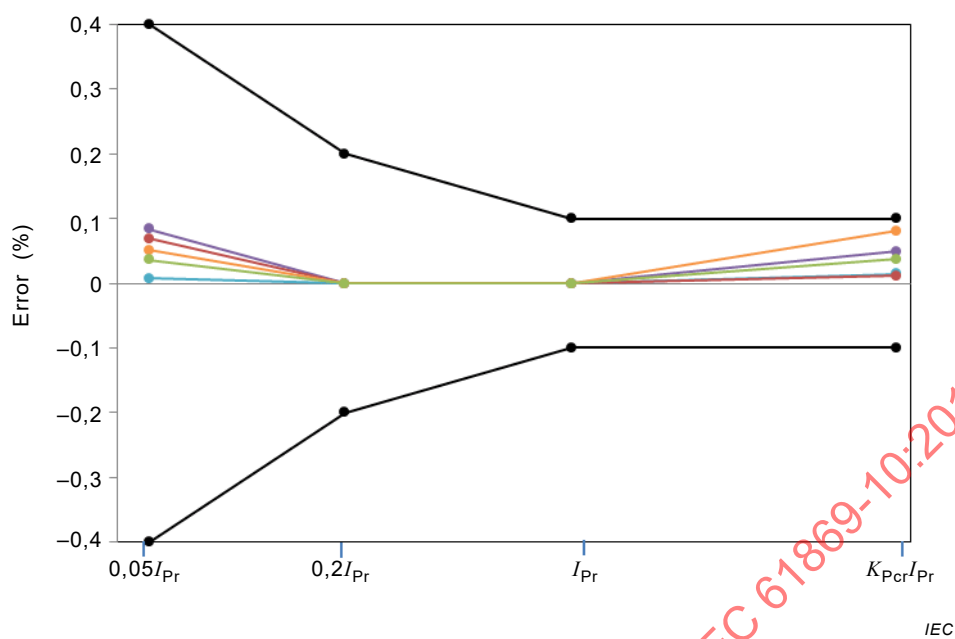


Figure 10A.4 – Accuracy class of 0,1 % designated based on using the ratio correction factor and corrected transformation ratio

Annex 10B (informative)

Principle of operation of Rogowski coils

10B.1 General

A derivative LPCT is mostly built as an air-core coil commonly known as Rogowski coil. An integrator is not part of a derivative LPCT; it provides an output signal proportional to the derivative of the primary current. Annex 10B describes the principle of operation of such a device.

10B.2 Principle of operation

Rogowski coils operate on the same magnetic field principles as conventional iron-core current transformers (CTs). The main difference between Rogowski coils and CTs is that Rogowski coil windings are wound over a non-magnetic core (air-core) instead of over an iron core. As a result, Rogowski coils are linear since the air-core cannot saturate. However, the mutual coupling between the primary conductor and the secondary winding in Rogowski coils is much smaller than in CTs, resulting in small output power. Therefore, Rogowski coils cannot drive currents through the low-resistance burden as CTs are able to do. Rogowski coil output signals are strong enough to drive microprocessor-based devices that have a high input resistance and they practically measure voltage across the Rogowski coil's secondary output terminals.

The Rogowski coil's main characteristics include high measurement accuracy and a wide operating current range (linearity) allowing the use of the same device for both metering and protection. Rogowski coils may be connected to relays via twisted pair shielded cables with appropriate connectors. Safety terminal blocks are not required since the coil output signal is a minimal voltage when the secondary circuit is open.

Traditional Rogowski coils consist of a wire wound on a non-magnetic core (see Figure 10B.1). The coil is then placed around conductors whose currents are to be measured. The output voltage U_s is proportional to the rate of change of measured current as given by the formula:

$$u_s(t) = -M \frac{di(t)}{dt}$$

where

M is the mutual inductance.

The phase angle between the Rogowski coil primary current and the secondary voltage is nearly 90° (displaced from 90° by angle φ caused by the coil inductance L_s and resistance R_s). The capacitance C_s is comprised principally of the coil shielding capacitance, the output cable capacitance, and some stray capacitance. Capacitance C_s is small at the frequencies of concern for metering and protection applications and can be ignored.

In order to obtain high quality current sensors, two main criteria are required when designing Rogowski coils:

- 1) the Rogowski coil output signal is independent of the primary conductor position inside the coil loop, and
- 2) the impact of nearby conductors that carry high currents on the Rogowski coil output signal is minimal.

To obtain the Rogowski coil output signal independent of the primary conductor position inside the coil loop, the mutual inductance M has a constant value for any position of the primary conductor inside the coil loop. Mutual inductance M is defined by the formula:

$$M = \mu_0 \times n \times S$$

To achieve this, the Rogowski coil core has constant cross-section S and the wire wound perpendicular on the middle line l (dashed line in Figure 10B.1) with constant turn density n .

Because Rogowski coil primary and secondary windings are weakly coupled, Rogowski coils are designed with two wire loops connected in electrically opposite directions to prevent the unwanted influence from nearby conductors carrying high currents. This cancels electromagnetic fields coming from outside the coil loop. One or both loops can consist of wound wire. If only one loop is constructed as a winding, then the second wire loop can be constructed by returning the wire through or near this winding. If both loops are constructed as windings, then they are wound in opposite directions. In this way, the Rogowski coil output voltage induced by currents from the inside conductor(s) will be doubled.

As the Rogowski coil signal is a scaled time derivative, $di(t)/dt$ of the primary current, signal processing is required to extract the power frequency signal for phasor-based protective relays. If the measurement is restricted to single frequency sinusoidal currents (50 Hz or 60 Hz), the Rogowski coil secondary signal will be shifted by 90° and the RMS voltage can be calculated using formula:

$$U_{\text{RMS}} = \omega \times M \times I_{\text{RMS}}$$

10B.3 Designs

Rogowski coils may be designed with different shapes. Generally, for metering and protective applications, the common shapes used are round and oval. The coils may be made of rigid or flexible materials. They can be made as non-split cores, or alternatively as a split-core construction that can be opened to assemble around the primary conductor. The cross-sectional shape upon which the coil is formed is generally either circular or rectangular.

Rigid Rogowski coils have higher accuracy than flexible Rogowski coils and are designed using round or oval non-magnetic core of a rigid material, or printed circuit boards (PCBs). Rigid coils can also be designed as window (non-split-core) type or split-core type. PCB Rogowski coils can be designed using one or two printed circuit boards. Designs using one PCB have both windings imprinted on the same PCB. When two PCBs are used to make a Rogowski coil, each board has one coil imprinted on each side of the board, interconnected by conductive-plated holes (vias). The coils on these two boards are wound in opposite directions and are connected in series.

Window-type (non-split-core) Rogowski coils are designed to slide around primary conductors that can easily be opened, similar to conventional bushing-type current transformers. Split-core Rogowski coils are designed for installation around primary conductors without the requirement to open primary conductors.

10B.4 Accuracy

The main factors that may impact amplitude and phase errors of Rogowski coils are:

- variations in mutual inductance M due to variations in winding turn density n and core cross-section S during the manufacturing process and temperature changes, and
- inherent Rogowski coil parameters R_s and L_s .

Variations in mutual inductance M from coil to coil may cause the Rogowski coil transformation ratio to slightly vary from coil to coil. The correction factor of each individual Rogowski coil takes this into account. The Rogowski coil accuracy class may also be affected by the relative position of the Rogowski coil versus the primary conductor, and by the impact from a nearby conductor. Manufacturers shall define specified conditions of use for which the accuracy class applies.

Inherent Rogowski coil parameters R_s and L_s will affect amplitude and phase errors as follows:

The Rogowski coil's secondary voltage U_s for resistive burden R_b can be calculated by the formula:

$$U_s = E - (R_s + j\omega L_s)I_s$$

$$I_s = \frac{U_s}{R_b}$$

The amplitude error ε is defined by the formula:

$$\varepsilon = \frac{U_s - E}{E}$$

$$\varepsilon = \frac{\sqrt{(R_s)^2 + (\omega L_s)^2}}{\sqrt{(R_b + R_s)^2 + (\omega L_s)^2}}$$

Since, $\omega L_s \ll R_b + R_s$ and $R_s \ll R_b$ amplitude error ε can be approximately determined by the formula:

$$\varepsilon \approx \frac{R_s}{R_b}$$

The phase error φ_e is defined by the formula:

$$\tan \varphi_e = \frac{\omega L_s}{R_b + R_s} \approx \frac{\omega L_s}{R_b}$$

$$\varphi_e = \arctan \left(\frac{\omega L_s}{R_b + R_s} \right) \approx \arctan \left(\frac{\omega L_s}{R_b} \right)$$

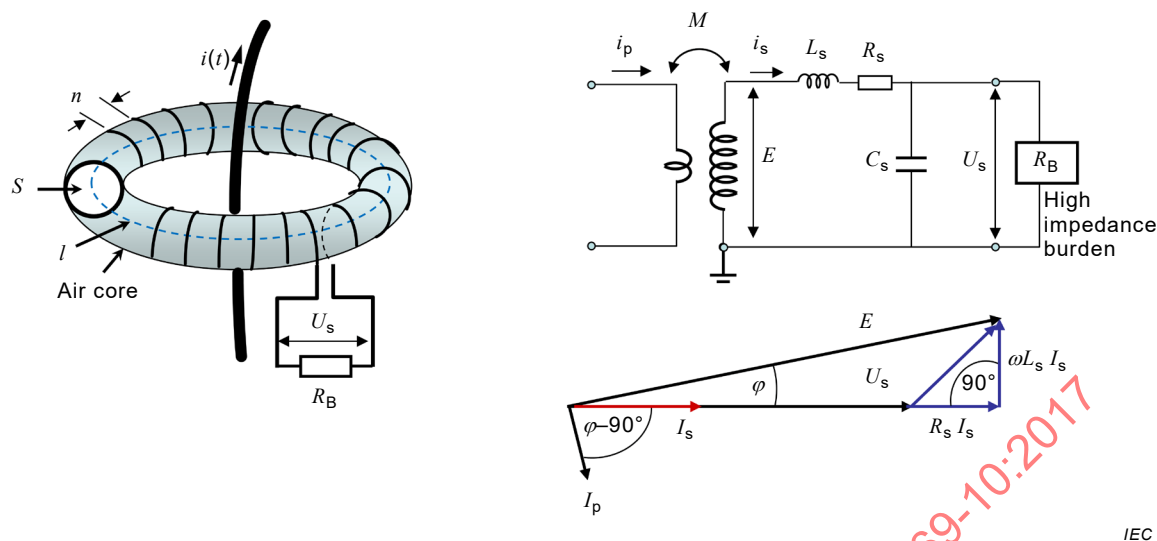


Figure 10B.1 – Rogowski coil Equivalent Circuits

In the case of Rogowski coils, due to the absence of a ferromagnetic core, coil performance will not be affected by a high primary time constant and duty cycle.

10B.5 Frequency dependence and response

Rogowski coils generally have a high frequency response range relative to conventional CTs. Depending on designs, Rogowski coil frequency response can be higher than 1 MHz which makes them suitable for traveling wave-based protection applications. Rogowski coils are frequency-dependent devices such that the output signals are linearly proportional to the frequency. However, integrated signals are frequency-independent over typical operating ranges of frequency until the self-resonance region of the sensor is reached as illustrated in Figure 10B.2.

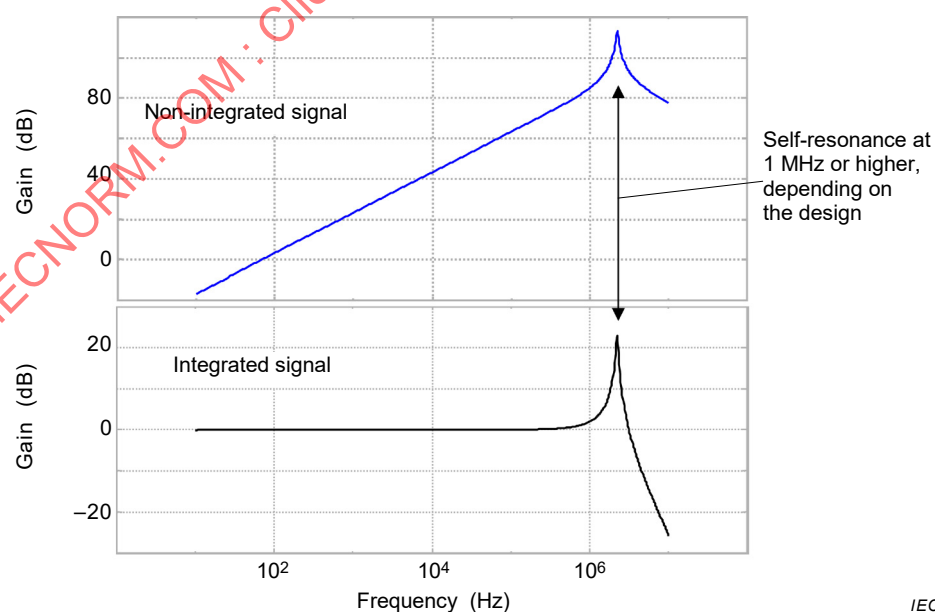


Figure 10B.2 – Integrated and non-integrated Rogowski coil output signals

IEC 61869-6:2016, 5.4, specifies requirements for the frequency dependence as follows:

- for measuring accuracy classes, the rated frequency range is from 99 % to 101 % of the rated frequency,
- for protection accuracy classes, the rated frequency range is from 96 % to 102 % of the rated frequency.

For the test procedure, IEC 61869-6 specifies that tests for accuracy shall be made at the two extremes of standard reference range of frequency at rated input signal, at rated burden (if relevant), and at constant ambient temperature. The error shall be within the limits of the relevant accuracy class.

As stated in the previous text, Rogowski coils are frequency-dependent devices such that the output signals are linearly proportional to the frequency. To verify Rogowski coil frequency characteristics, tests can be performed as specified by IEC 61869-6 and then test result corrections performed by frequency.

For example, for tests performed at 99 % of rated frequency, test results can be corrected as:

$$U_{s\text{-corrected}} = U_s \times \frac{100}{99},$$

where U_s is the measured secondary voltage at 99 % of rated frequency.

For tests performed at 101 % of rated frequency test results can be corrected as:

$$U_{s\text{-corrected}} = U_s \times \frac{100}{101},$$

where U_s is the measured secondary voltage at 101 % of rated frequency.

Values of $U_{s\text{-corrected}}$ are then used for verification that the Rogowski coils are within the limits of the relevant accuracy class. This is illustrated in Figure 10B.3.

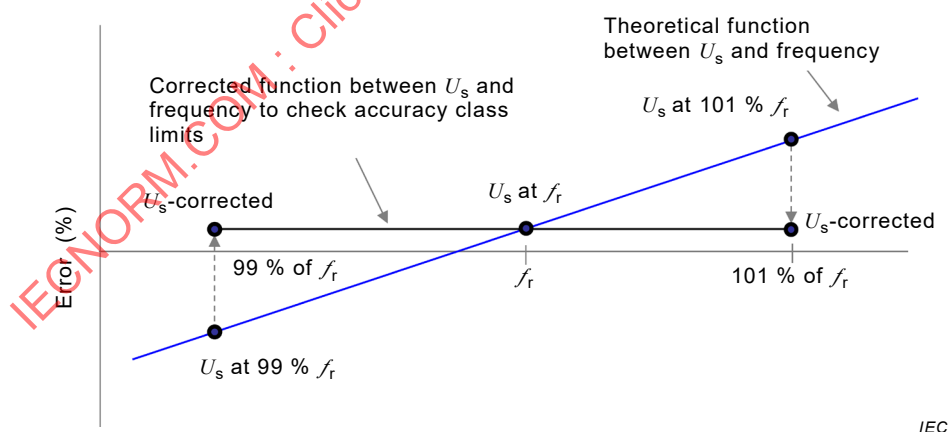


Figure 10B.3 – Rogowski coil frequency dependence test

Annex 10C (informative)

Principle of operation of low-power iron core current transformers (proportional LPCT)

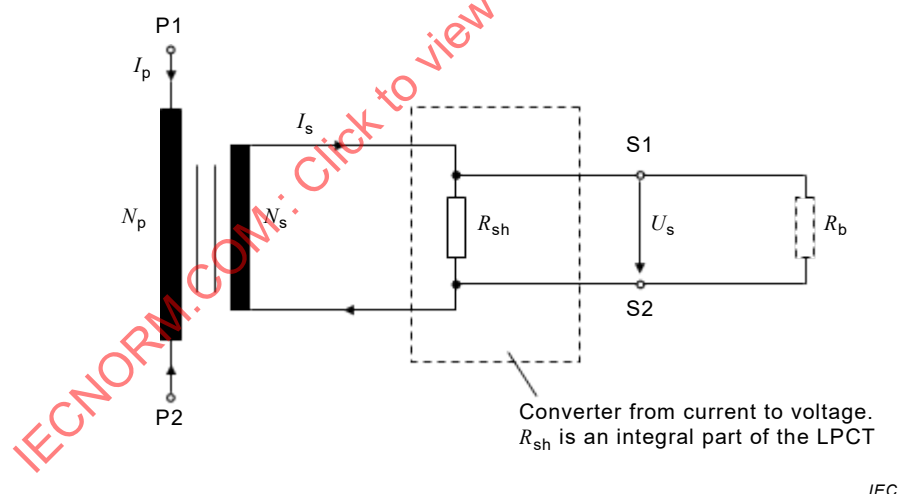
10C.1 General

A proportional LPCT is mostly built as an iron core with an integrated shunt as a current to voltage converter (primary converter). It provides an output signal proportional to the primary current. Annex 10C describes the principle of operation of such a device.

10C.2 Principle

The proportional LPCT consists of an inductive current transformer with primary winding, small core and a secondary winding with minimized losses which is connected to a shunt resistor R_{sh} . This resistor is an integral component of the proportional LPCT and of great importance for the function and stability of the transformer. The voltage across this shunt resistor is the output signal of the proportional LPCT.

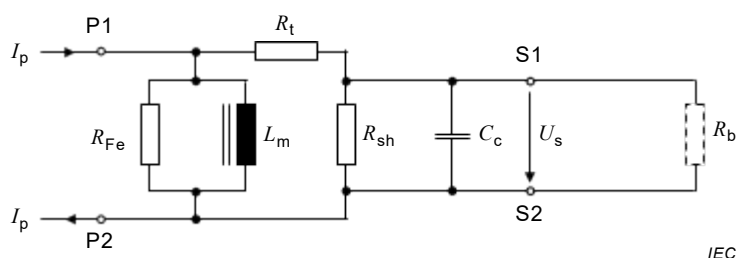
The shunt resistor R_{sh} is designed in a way that the power consumption for the transformer is nearly zero. The secondary current I_s causes a voltage drop U_s across the shunt resistor which is proportional to the primary current in amplitude and phase. Furthermore, the more ideal the transformer becomes with respect to measuring range and accuracy the smaller the secondary power requirement of burden and internal losses becomes (see Figure 10C.1 and Figure 10C.2).



Key

I_p	primary current
R_{sh}	shunt resistor (converter from current to voltage)
U_s	secondary voltage
R_b	burden in ohms
N_p	number of turns in primary winding
N_s	number of turns in secondary winding
P1, P2	primary terminals
S1, S2	secondary terminals

Figure 10C.1 – Principle of iron core current transformer



Key

I_p	primary current
R_{Fe}	equivalent iron loss resistor
L_m	equivalent magnetizing inductance
R_t	total resistance of secondary winding and wiring
R_{sh}	shunt resistor (converter from current to voltage)
C_c	equivalent capacitance of the cable
U_s	secondary voltage
R_b	burden in ohms
P1, P2	primary terminals
S1, S2	secondary terminals

Figure 10C.2 – Equivalent circuit of the iron core current transformer with voltage output

10C.3 Accuracy

The reduction in total power consumption enables saturation-free measuring currents up to short-circuit currents with high accuracy. Fully displaced short-circuit currents can be handled as well. In spite of the wider measuring range, proportional LPCTs can be designed with smaller dimensions than comparable classical inductive current transformers. Consequently, a differentiation into measuring and protective instrument transformers becomes unnecessary since the entire field of application can be performed with a single current transformer.

The large linear measuring range allows the proportional LPCT to be built as a multi-purpose current transformer as described in IEC 61869-6:2016, Annex 6E.

Annex 10D

(normative)

Test for accuracy with respect to the positioning of the primary conductor

10D.1 General

Annex 10D is applicable to passive LPCT without an integrated primary conductor. In that case, the position of the primary conductor could have an impact on LPCT accuracy.

Annex 10D defines three levels of position of the primary conductor for which the declared accuracy is met. The associated test procedure is described.

10D.2 Designation of accuracy class extension

The accuracy class shall be declared with an extension which defines the degree of sensitivity to the position of the primary conductor. This extension is based on a letter followed by a number according to Table 10D.1.

Table 10D.1 – Limits for the position of the primary conductor with respect to the passive LPCT

Extension of the accuracy class designation	Maximum position factor (<i>PF</i>) up to which the accuracy class is guaranteed	Maximum angle up to which the accuracy class is guaranteed
A1	0	0
A2	0,5	15°
A3	1	45°

The position factor (*PF*) is defined in accordance with the following formula:

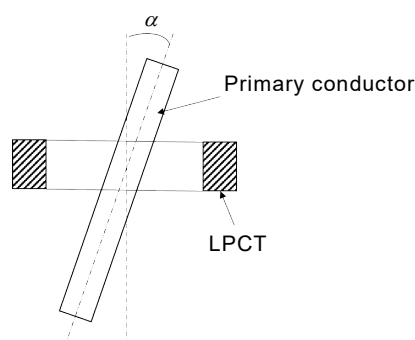
$$PF = (d_{\max} - d_{\min}) / (d_{\max} + d_{\min})$$

where

$d_{\min}$ is the minimum distance between the primary conductor and LPCT window

$d_{\max}$ is the maximum distance between the primary conductor and LPCT window

These two distances are defined for any angles between the LPCT axis and the primary conductor axis. Figure 10D.2 illustrates three examples of primary conductor position.



IEC

Figure 10D.1 – Definition of the angle between the primary conductor and the LPCT

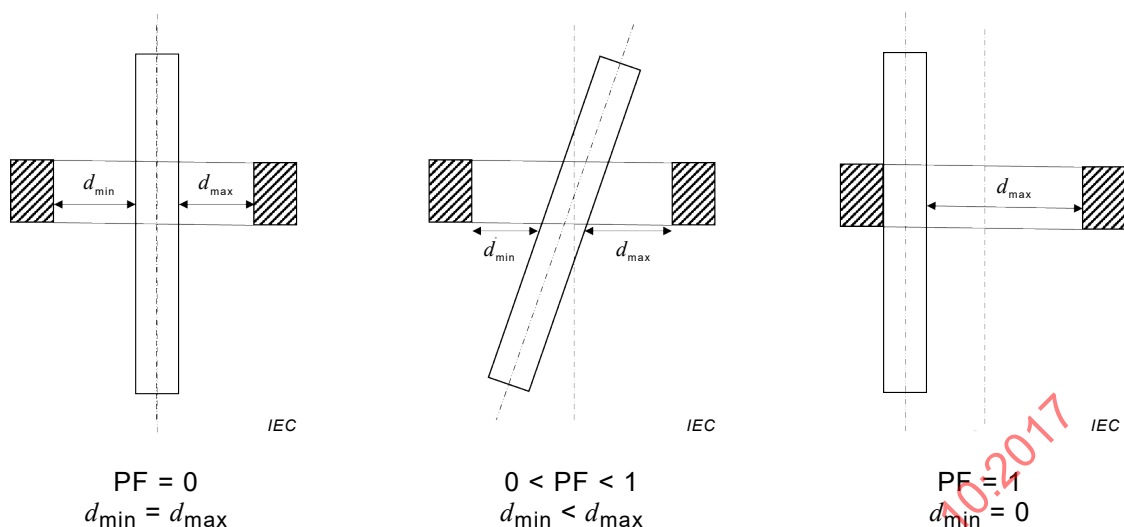


Figure 10D.2 – Illustration of the primary conductor position according to the position factor

Example of declared accuracy class associated to the “Ax” extension:

- class 0,5-A1: passive LPCT with class 0,5 guaranteed with primary conductor centred,
- class 0,5-A3: passive LPCT with class 0,5 guaranteed with primary conductor in contact with inner LPCT window.

NOTE The same LPCT can have the accuracy class 0,2-A2 or 0,5-A3.

10D.3 Test procedure

A primary conductor circular cross-section and diameter below or equal to 20 % of the LPCT window shall be used.

Two accuracy measurements shall be performed. The first, with the primary conductor parallel to the axis of the LPCT but positioned at the maximum position factor according to Table 10D.1. The second measurement shall be done with the primary conductor centred but with the maximum angle defined in Table 10D.1. If due to the design of the LPCT or the primary conductor the maximum angle in Table 10D.1 is not possible, the maximum possible angle shall be used.

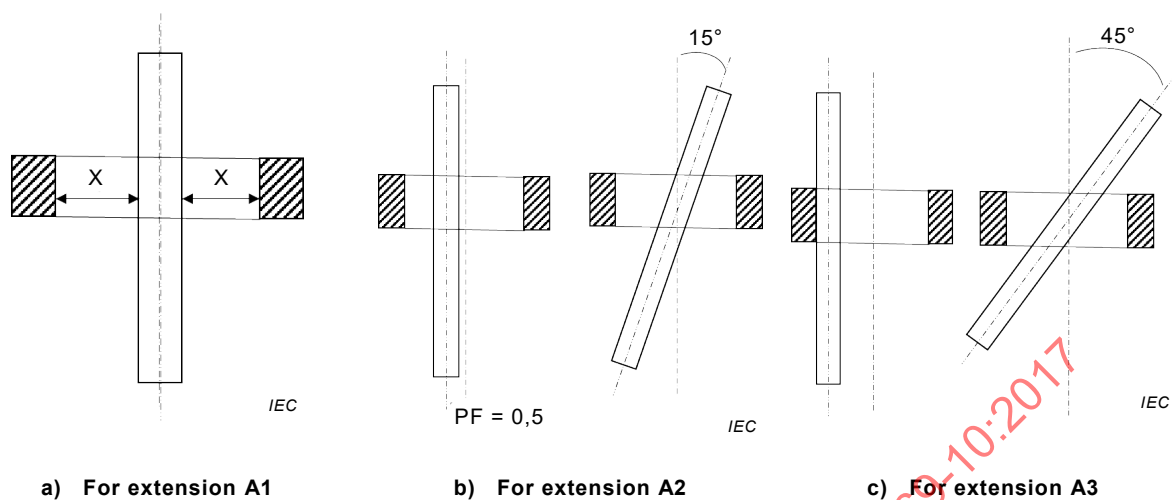


Figure 10D.3 – Accuracy measurement test set up

In case of A2 or A3 extension, the minimal distance between the primary conductor and the LPCT shall be located closest to the LPCT secondary terminals and close to each gap of the secondary windings (if any).

A thin insulation layer (whose thickness is negligible compared to the conductor diameter) between the LPCT and the bare conductor can be used to perform the tests.

The test is passed if all limits of error required by the declared accuracy class are respected for all the tested positions.

Bibliography

- [1] IEC 60028, *International standard of resistance for copper*
- [2] IEC 60121, *Recommendation for commercial annealed aluminium electrical conductor wire*
- [3] B. N. Taylor, C. E. Kuyatt, "Guidelines for Evaluating and Expressing the Uncertainty of NIST Measurement Results", United States Department of Commerce Technology Administration National Institute of Standards and Technology, NIST Technical Note 1297, 1994 Edition
- [4] IEC 61869-8, *Instrument transformers – Part 8: specific requirements for electronic current transformers*

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61869-10:2017

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61869-10:2017

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	47
INTRODUCTION	51
1 Domaine d'application	52
2 Références normatives	52
3 Termes et définitions	53
3.1 Définitions générales	53
3.4 Définitions relatives à la précision	54
3.7 Index des abréviations	56
5 Caractéristiques assignées	57
5.3 Niveaux d'isolement assignés et tensions	57
5.5 Puissance de sortie assignée	57
5.6 Classe de précision assignée	57
5.1001 Valeurs normalisées du courant primaire assigné (I_{pr})	60
5.1002 Valeurs normalisées du facteur de courant primaire étendu assigné (K_{pcr})	60
5.1003 Valeurs normalisées du courant assigné thermique permanent (I_{cth})	60
5.1004 Valeurs normalisées de la tension secondaire assignée (U_{sr})	60
5.1005 Courants de court-circuit assignés	60
5.1006 Décalage de phase assigné (φ_{or})	60
6 Conception et construction	61
6.11 Compatibilité électromagnétique (CEM)	61
6.13 Marquages	61
6.601 Exigences relatives au système de transmission optique et aux liaisons de sortie optique	63
6.602 Exigences relatives au système de transmission électrique et aux câbles électriques de liaison de sortie	63
6.603 Rapport signal sur bruit	63
6.604 Détection des défaillances et notification de maintenance	63
6.605 Aptitude au fonctionnement	63
6.606 Fiabilité et sûreté de fonctionnement	63
6.607 Vibrations	63
7 Essais	64
7.1 Généralités	64
7.2 Essais de type	65
7.4 Essais spéciaux	70
601 Informations à fournir avec les demandes d'information, les soumissions et les commandes	70
601.1 Désignation	70
601.2 Sûreté de fonctionnement	71
Annexe 10A (informative) Désignation de la classe de précision lorsque le rapport de transformation corrigé et le facteur de correction de rapport sont utilisés	72
10A.1 Généralités	72
10A.2 Désignation de la classe de précision à partir du rapport de transformation assigné	73
10A.3 Désignation de la classe de précision à partir du facteur de correction de rapport individuel	73
10A.4 Exemple d'application	74
Annexe 10B (informative) Principe de fonctionnement des bobines de Rogowski	77

10B.1 Généralités	77
10B.2 Principe de fonctionnement.....	77
10B.3 Conceptions.....	78
10B.4 Précision.....	79
10B.5 Influence de la fréquence et réponse en fréquence	80
Annexe 10C (informative) Principe de fonctionnement des transformateurs de courant de faible puissance à noyau de fer (LPCT proportionnels)	82
10C.1 Généralités	82
10C.2 Principe	82
10C.3 Précision.....	83
Annexe 10D (normative) Essai concernant la précision de positionnement du conducteur primaire	84
10D.1 Généralités	84
10D.2 Désignation de l'extension de la classe de précision	84
10D.3 Procédure d'essai	85
Bibliographie.....	87
Figure 1001 – Diagramme général d'un transformateur de courant passif de faible puissance	51
Figure 1002 – Marquage des bornes.....	62
Figure 1003 – Montage d'essai pour l'effet du champ magnétique provenant d'autres phases.....	69
Figure 10A.1 – Désignation de la classe de précision améliorée à partir du facteur de correction de rapport individuel CF_I	73
Figure 10A.2 – Essai concernant la précision d'un LPCT passif	74
Figure 10A.3 – Classe de précision de 1 % désignée à partir du rapport de transformation assigné.....	75
Figure 10A.4 – Classe de précision de 0,1 % désignée en utilisant le facteur de correction de rapport et le rapport de transformation corrigé	76
Figure 10B.1 – Circuits équivalents des bobines de Rogowski	80
Figure 10B.2 – Signaux de sortie intégrés et non intégrés aux bobines de Rogowski	80
Figure 10B.3 – Essai d'influence de la fréquence sur une bobine de Rogowski	81
Figure 10C.1 – Principe du transformateur de courant à noyau de fer	82
Figure 10C.2 – Circuit équivalent du transformateur de courant à noyau de fer avec sortie de tension	83
Figure 10D.1 – Définition de l'angle entre le conducteur primaire et le LPCT	84
$d_{\min} = d_{\max}$	85
Figure 10D.2 – Représentation de la position du conducteur primaire selon le facteur de position	85
Figure 10D.3 – Montage d'essai pour la mesure de précision.....	85
Tableau 1001 – Limites de l'erreur de rapport et de l'erreur de phase pour les LPCT passifs de mesure.....	58
Tableau 1002 – Limites des erreurs	59
Tableau 1003 – Affectation des broches pour les connecteurs RJ45 utilisés dans les LPCT passifs	63
Tableau 10 – Liste des essais.....	64
Tableau 1004 – Désignation d'un LPCT passif	70

Tableau 10A.1 – Rapport, erreur de rapport basée sur la valeur moyenne et courant primaire correspondant	75
Tableau 10A.2 – Erreur de rapport, facteur de correction et erreur de rapport mesurés à partir du facteur de correction de rapport pour cinq LPCT passifs	75
Tableau 10D.1 – Limites de position du conducteur primaire par rapport au LPCT passif.....	84

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61869-10:2017

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

TRANSFORMATEURS DE MESURE –

**Partie 10: Exigences supplémentaires concernant
les transformateurs de courant passifs de faible puissance**

AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Electrotechnique Internationale (IEC) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de l'IEC). L'IEC 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, l'IEC – 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 l'IEC"). 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 l'IEC, participent également aux travaux. L'IEC 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 l'IEC concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de l'IEC intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de l'IEC se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de l'IEC. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que l'IEC s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; l'IEC 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 l'IEC s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de l'IEC dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de l'IEC et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) L'IEC 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 l'IEC. L'IEC 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 l'IEC, 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 l'IEC, 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 l'IEC ou de toute autre Publication de l'IEC, 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 l'IEC peuvent faire l'objet de droits de brevet. L'IEC ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de brevets et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale IEC 61869-10 a été établie par le comité d'études 38 de l'IEC: Transformateurs de mesure.

Cette première édition de l'IEC 61869-10 conjointement avec l'IEC 61869-1, l'IEC 61869-6, l'IEC 61869-8 et l'IEC 61869-9 annulent et remplacent la première édition de l'IEC 60044-8 publiée en 2002¹. Cette édition constitue une révision technique.

¹ L'IEC 60044-8 sera à terme remplacée par la série IEC 61869, mais tant que toutes les parties correspondantes de la série IEC 61869 ne seront pas publiées, cette norme reste en vigueur.

Les révisions techniques concernent la décision du TC 38 de l'IEC de restructurer l'ensemble des normes indépendantes de la série IEC 60044 et d'en faire un nouvel ensemble de normes composé de documents portant sur les exigences générales et de documents portant sur des exigences spécifiques.

Le texte de cette Norme internationale est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
38/550/FDIS	38/551/RVD

Le rapport de vote indiqué dans le tableau ci-dessus donne toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cette partie de l'IEC 61869.

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

La présente norme constitue la Partie 10 de l'IEC 61869, publiée sous le titre général *Transformateurs de mesure*.

La présente Partie 10 doit être lue conjointement avec l'IEC 61869-1:2007, *Exigences générales* et l'IEC 61869-6:2016, *Exigences générales supplémentaires concernant les transformateurs de mesure de faible puissance*, sur lesquelles elle est basée. Le lecteur est toutefois encouragé à utiliser l'édition la plus récente de ces documents.

La présente Partie 10 reprend la structure de l'IEC 61869-1:2007 et de l'IEC 61869-6:2016 et complète ou modifie les articles correspondants.

Lorsqu'un paragraphe donné de la Partie 1 ou de la Partie 6 n'est pas mentionné dans la présente Partie 10, ledit paragraphe s'applique. Lorsque cette partie de l'IEC 61869 mentionne une "addition", une "modification" ou un "remplacement", le texte concerné dans la Partie 1 ou dans la Partie 6 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, figures et notes numérotés à partir de 1001 s'ajoutent à ceux de la Partie 1 et de la Partie 6;
- les annexes supplémentaires sont numérotées 10A, 10B, etc.

Un aperçu de l'ensemble planifié de normes à la date de publication du présent document est indiqué ci-dessous. La liste à jour des normes publiées par le TC 38 de l'IEC est disponible sur le site Web de l'IEC.

NORMES DE FAMILLES DE PRODUITS	NORMES DE PRODUITS	PRODUITS	ANCIENNE NORME	
IEC 61869-1 EXIGENCES GÉNÉRALES	IEC 61869-2	EXIGENCES SUPPLÉMENTAIRES CONCERNANT LES TRANSFORMATEURS DE COURANT	IEC 60044-1 IEC 60044-6	
	IEC 61869-3	EXIGENCES SUPPLÉMENTAIRES CONCERNANT LES TRANSFORMATEURS INDUCTIFS DE TENSION	IEC 60044-2	
	IEC 61869-4	EXIGENCES SUPPLÉMENTAIRES CONCERNANT LES TRANSFORMATEURS COMBINÉS	IEC 60044-3	
	IEC 61869-5	EXIGENCES SUPPLÉMENTAIRES CONCERNANT LES TRANSFORMATEURS CONDENSATEURS DE TENSION	IEC 60044-5	
	IEC 61869-6 EXIGENCES GÉNÉRALES SUPPLÉMENTAIRES CONCERNANT LES TRANSFORMATEURS DE MESURE DE FAIBLE PUISSANCE	IEC 61869-7	ADDITIONAL REQUIREMENTS FOR ELECTRONIC VOLTAGE TRANSFORMERS (disponible en anglais seulement)	IEC 60044-7
		IEC 61869-8	SPECIFIC REQUIREMENTS FOR ELECTRONIC CURRENT TRANSFORMERS (disponible en anglais seulement)	IEC 60044-8
		IEC 61869-9	INTERFACE NUMÉRIQUE DES TRANSFORMATEURS DE MESURE	
		IEC 61869-10	EXIGENCES SUPPLÉMENTAIRES CONCERNANT LES TRANSFORMATEURS DE COURANT PASSIFS DE FAIBLE PUISSANCE	
		IEC 61869-11	EXIGENCES SUPPLÉMENTAIRES CONCERNANT LES TRANSFORMATEURS DE TENSION PASSIFS DE FAIBLE PUISSANCE	IEC 60044-7
		IEC 61869-12	ADDITIONAL REQUIREMENTS FOR COMBINED ELECTRONIC INSTRUMENT TRANSFORMER OR COMBINED LOW-POWER PASSIVE INSTRUMENT TRANSFORMERS (disponible en anglais seulement)	
		IEC 61869-13	STAND-ALONE MERGING UNIT (disponible en anglais seulement)	
		IEC 61869-14	ADDITIONAL REQUIREMENTS FOR CURRENT TRANSFORMERS FOR DC APPLICATIONS (disponible en anglais seulement)	
		IEC 61869-15	EXIGENCES SUPPLÉMENTAIRES CONCERNANT LES TRANSFORMATEURS DE TENSION POUR APPLICATION EN COURANT CONTINU	

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 l'IEC 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.

IMPORTANT – Le logo "*colour inside*" qui se trouve sur la page de couverture de cette publication indique qu'elle contient des couleurs qui sont considérées comme utiles à une bonne compréhension de son contenu. Les utilisateurs devraient, par conséquent, imprimer cette publication en utilisant une imprimante couleur.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61869-10:2017

INTRODUCTION

Les transformateurs de courant passifs de faible puissance (LPCT) sont basés sur des technologies passives sans aucun composant électronique actif. Ils peuvent avoir un signal de sortie proportionnel au courant primaire, par exemple des bobines à noyau de fer à shunt intégré servant de convertisseurs de courant en tension (convertisseurs primaires), ils peuvent aussi avoir un signal de sortie proportionnel au courant dérivé du courant primaire, par exemple des bobines à noyau d'air (bobines de Rogowski). La présente partie de l'IEC 61869 ne couvre pas les bobines à noyau d'air à intégrateur actif.

Conformément au diagramme général de la Figure 601 de l'IEC 61869-6:2016, les transformateurs de courant passifs de faible puissance n'utilisent pas de convertisseur primaire (c'est-à-dire sans aucun composant électronique actif); aucune alimentation du primaire n'est donc nécessaire. De plus, ni le convertisseur secondaire, ni l'alimentation du secondaire ne sont utilisés.

Le diagramme général d'un transformateur de courant passif de faible puissance est représenté à la Figure 1001.

Les pièces nécessaires à la réalisation d'un transformateur de courant passif de faible puissance sont fonction de la technologie employée, c'est-à-dire qu'il n'est pas absolument nécessaire que le transformateur de courant passif de faible puissance comporte le câble de transmission ou le convertisseur primaire décrit dans la Figure 1001. Le dispositif LPCT dérivé ne prend en compte que la bobine à noyau d'air comme capteur primaire et le câble de transmission comme système de transmission. Dans cette technologie, il n'y a pas de convertisseur primaire. Dans un dispositif LPCT proportionnel, la bobine à noyau ferromagnétique constitue le capteur primaire, une résistance de charge directement connectée aux sorties de bobine constitue le convertisseur primaire et le câble de transmission constitue le système de transmission.

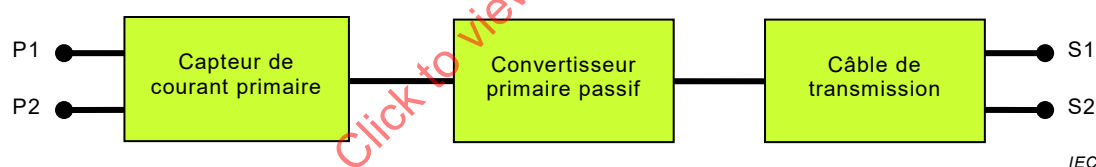


Figure 1001 – Diagramme général d'un transformateur de courant passif de faible puissance

TRANSFORMATEURS DE MESURE –

Partie 10: Exigences supplémentaires concernant les transformateurs de courant passifs de faible puissance

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 61869 est une norme de produit et couvre seulement les exigences supplémentaires concernant les transformateurs de courant passifs de faible puissance. La norme de produit sur les transformateurs de courant passifs de faible puissance est constituée de l'IEC 61869-1, à laquelle s'ajoutent l'IEC 61869-6 et le présent document portant sur les exigences spécifiques.

Le présent document s'applique aux transformateurs de courant passifs de faible puissance à sortie analogique fabriqués récemment et destinés à être utilisés avec des appareils de mesure électriques ou des dispositifs électriques de protection présentant une fréquence assignée comprise entre 15 Hz et 100 Hz.

Le présent document couvre les transformateurs de courant passifs de faible puissance utilisés pour la mesure ou la protection, ainsi que les transformateurs de courant passifs de faible puissance polyvalents utilisés à la fois pour la mesure et la protection.

Le paragraphe 5.6.1001 couvre les exigences de précision nécessaires pour utiliser les transformateurs de courant passifs de faible puissance avec des appareils de mesure électrique.

Le paragraphe 5.6.1002 couvre les exigences de précision nécessaires pour utiliser les transformateurs de courant passifs de faible puissance avec des relais de protection, et particulièrement pour les formes de protection dans lesquelles l'exigence principale consiste à maintenir la précision à un niveau plusieurs fois supérieur au courant assigné. Si nécessaire, 5.6.1002 donne également la précision en régime transitoire des transformateurs de courant passifs de faible puissance pendant une panne.

Les transformateurs de courant passifs de faible puissance ont une sortie de tension exclusivement analogique (pour les sorties numériques ou pour les technologies employant tout type de composant électronique actif, voir l'IEC 61869-82). Ces transformateurs de courant passifs de faible puissance peuvent comporter un câble de signal secondaire (câble de transmission). Le principe de fonctionnement des transformateurs de courant passifs de faible puissance dérivés utilisant des bobines à noyau d'air (bobines de Rogowski) est décrit à l'Annexe 10B, le principe de fonctionnement des transformateurs de courant passifs de faible puissance proportionnels utilisant des bobines à noyau de fer avec shunt intégré est décrit à l'Annexe 10C.

2 Références normatives

Les documents suivants cités dans le texte constituent, pour tout ou partie de leur contenu, des exigences du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

² En préparation.

L'Article 2 de l'IEC 61869-6:2016 s'applique, avec les ajouts suivants:

IEC 60059, *Caractéristiques des courants normaux de la CEI*

IEC 61869-6:2016, *Transformateurs de mesure – Partie 6: Exigences générales supplémentaires concernant les transformateurs de mesure de faible puissance*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions de l'IEC 61869-1 et de l'IEC 61869-6 s'appliquent, avec les ajouts et les modifications suivants.

3.1 Définitions générales

3.1.613

système de transmission

La définition 3.1.613 de l'IEC 61869-6:2016 s'applique, avec l'ajout suivant:

Note 1001 à l'article: Pour les transformateurs de courant passifs de faible puissance, le système de transmission est simplement un câble de transmission.

3.1.621

signal de sortie

La définition 3.1.621 de l'IEC 61869-6:2016 s'applique, avec la modification suivante:

Note 1 à l'article: En régime électrique établi, le signal de sortie est défini par la formule suivante:

$$u_s(t) = U_s \sqrt{2} \sin(2\pi f t + \varphi_s) + u_{sres}(t)$$

où

$u_s(t)$ est le signal de sortie;

U_s est la valeur efficace de la tension secondaire lorsque $u_{sres}(t) = 0$;

f est la fréquence fondamentale;

φ_s est l'angle de phase secondaire;

$u_{sres}(t)$ est la sortie résiduelle secondaire incluant les composantes harmoniques, sous-harmoniques et interharmoniques;

t est la valeur de temps instantanée;

f , U_s , φ_s étant constants en régime établi.

3.1.1001

LPCT dérivé

transformateur de courant passif de faible puissance fournissant un signal de sortie proportionnel à la dérivée du signal d'entrée

Note 1 à l'article: Les LPCT qui reposent sur une technologie de bobine à noyau non magnétique sans intégrateur intégré (par exemple bobines de Rogowski) sont des LPCT dérivés.

3.1.1002

LPCT proportionnel

transformateur de courant passif de faible puissance fournissant un signal de sortie proportionnel au signal d'entrée

Note 1 à l'article: Les LPCT qui reposent sur une technologie de bobine à noyau de fer avec un convertisseur primaire intégré fournissant une tension de sortie sont des LPCT proportionnels.

3.4 Définitions relatives à la précision

3.4.3

erreur de rapport

ε

La définition 3.4.3 de l'IEC 61869-1:2007 et de l'IEC 61869-6:2016 s'applique, avec l'ajout suivant:

Note 1001 à l'article: L'erreur de rapport, exprimée en pourcentage, est donnée par la formule suivante:

$$\varepsilon(\%) = \frac{K_r \cdot U_s - I_p}{I_p} \times 100$$

où

K_r est le rapport de transformation assigné;

I_p est la valeur efficace du courant primaire;

U_s est la valeur efficace de la tension secondaire.

3.4.602

temps de retard assigné

t_{dr}

non applicable

3.4.607

erreur composée

ε_c

La définition 3.4.607 de l'IEC 61869-6:2016 s'applique, avec l'ajout suivant:

Note 1001 à l'article: L'erreur composée ε_c , exprimée en pourcentage, est donnée par la formule:

$$\varepsilon_c(\%) = \frac{1}{I_p} \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T [K_r \cdot u_s(t) - i_p(t)]^2 dt} \times 100$$

où

K_r est le rapport de transformation assigné;

I_p est la valeur efficace du courant primaire;

$i_p(t)$ est la valeur instantanée du courant primaire;

$u_s(t)$ est la valeur instantanée de la tension secondaire;

T est la durée d'un cycle;

t est la valeur de temps instantanée.

3.4.1001

facteur de correction de rapport

CF_f

facteur par lequel le rapport de transformation assigné évalué à la charge assignée et à la fréquence assignée d'un LPCT passif individuel doit être multiplié pour obtenir la classe de précision spécifiée

Note 1 à l'article: Le LPCT dérivé est un dispositif dépendant de la fréquence, car sa sortie varie de manière linéaire en fonction de la fréquence. Il peut être utilisé à différentes fréquences du système sans que sa conception soit modifiée et sans perte de précision. Cependant, lorsque la fréquence du système est différente de la fréquence assignée, le facteur de correction est donné à l'aide de la formule suivante:

$$CF_{f_f} = CF_{f_r} \cdot \frac{f_r}{f}$$

où

CF_{f_f} est le facteur de correction de rapport à la fréquence f ;

CF_{lf} est le facteur de correction de rapport à la fréquence assignée f_r ;
 f_r est la fréquence assignée du LPCT passif;
 f est la fréquence réelle du système.

3.4.1002

rapport de transformation corrigé

K_{cor}

rapport de transformation individuel d'un LPCT passif

Note 1 à l'article: La relation entre le rapport de transformation corrigé et le rapport de transformation assigné est:

$$K_{cor} = CF_l \cdot K_r$$

3.4.1003

correction du décalage de phase

$\varphi_{o\ cor}$

valeur ajoutée au décalage de phase assigné, évalué à la charge assignée et à la fréquence assignée d'un LPCT passif individuel, pour obtenir la classe de précision spécifiée

3.4.1004

décalage de phase corrigé

$\varphi_{cor\ \varphi_o}$

décalage de phase individuel d'un LPCT passif

Note 1 à l'article: La relation entre le décalage de phase corrigé et la correction de décalage de phase est:

$$\varphi_{cor\ \varphi_o} = \varphi_{o\ cor} + \varphi_{or}$$

3.4.1005

erreur de rapport corrigée

$\varepsilon_{cor\ l}$

erreur de rapport d'un LPCT passif individuel corrigée par le facteur défini en 3.4.1001

Note 1 à l'article: L'erreur de rapport corrigée est donnée par la formule:

$$\varepsilon_{cor\ l}(\%) = \frac{CF_l \cdot K_r \cdot U_s - I_p}{I_p} \times 100$$

où

CF_l est le facteur de correction de rapport du LPCT passif individuel.

3.4.1006

erreur composée corrigée

$\varepsilon_{c\ cor\ l}$

erreur composée d'un LPCT passif individuel corrigée par le facteur défini en 3.4.1001

Note 1 à l'article: L'erreur composée corrigée est donnée par la formule:

$$\varepsilon_{ccor\ l}(\%) = \frac{1}{I_p} \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T [CF_l \cdot K_r \cdot u_s(t + \delta t) - i_p(t)]^2 dt} \times 100$$

où

CF_l est le facteur de correction de rapport du LPCT passif individuel;

$\delta t = \varphi_{ecor} \cdot T / 2\pi$ est l'ajustement temporel lié à l'erreur de phase corrigée

3.4.1007**erreur de phase corrigée** $\varphi_{e\text{ cor}}$

erreur de phase d'un LPCT passif individuel corrigée par la valeur définie en 3.4.1004

Note 1 à l'article: L'erreur de phase corrigée est donnée par la formule:

$$\varphi_{e\text{ cor}} = \varphi_s - \varphi_p - \varphi_{\text{cor}\varphi_0}$$

3.7 Index des abréviations

Le paragraphe 3.7 de l'IEC 61869-1:2007 est remplacé par le suivant:

CF_I	facteur de correction de rapport
f_r	fréquence assignée
I_{cth}	courant assigné thermique permanent
I_{dyn}	courant dynamique assigné
I_{epr}	courant primaire étendu assigné
$i_{p(t)}$	courant primaire en régime transitoire
I_{pr}	courant primaire assigné
I_{psc}	courant de court-circuit primaire assigné
I_{th}	courant assigné thermique de courte durée
K_{cor}	rapport de transformation corrigé
K_{pcr}	facteur de courant primaire étendu assigné
K_r	rapport de transformation assigné
K_{ssc}	facteur de court-circuit symétrique assigné
LPCT	transformateur de courant de faible puissance (low-power current transformer)
LPIT	transformateur de mesure de faible puissance (low-power instrument transformer)
R_{br}	charge assignée
T_p	constante de temps du primaire spécifiée pour la réponse en régime transitoire
U_m	tension la plus élevée pour le matériel
U_{sr}	tension secondaire assignée
ε	erreur de rapport
ε_c	erreur composée
$\varepsilon_{c\text{ cor l}}$	erreur composée corrigée
$\varepsilon_{\text{cor l}}$	erreur de rapport corrigée
$\varphi_{\text{cor}\varphi_0}$	décalage de phase corrigé
φ_0	décalage de phase
$\varphi_{0\text{ cor}}$	correction du décalage de phase
φ_{or}	décalage de phase assigné
$\varphi_{e\text{ cor}}$	erreur de phase corrigée

5 Caractéristiques assignées

5.3 Niveaux d'isolement assignés et tensions

5.3.5 Exigences d'isolement pour les bornes secondaires

Le paragraphe 5.3.5 de l'IEC 61869-6:2016 s'applique.

5.3.601 Tension d'alimentation auxiliaire assignée (U_{ar})

Non applicable.

5.5 Puissance de sortie assignée

5.5.601 Charge assignée (R_{br})

le paragraphe 5.5.601 de l'IEC 61869-6:2016 s'applique, avec l'ajout suivant:

Le câble inclus dans le LPCT ne doit pas être changé/modifié afin de conserver les caractéristiques spécifiées du dispositif.

5.5.602 Valeurs normalisées pour le temps de retard assigné (t_{dr})

Non applicable.

5.6 Classe de précision assignée

5.6.1001 Précision basée sur le rapport de transformation assigné et l'erreur de phase assignée

L'erreur de rapport ε ou l'erreur composée ε_c est calculée par la formule donnée dans la Note 1001 des définitions 3.4.3 et 3.4.607. Aucune correction des écarts spécifiques au LPCT passif individuel n'est effectuée.

L'erreur de phase est calculée par la formule donnée à la Note 601 de la définition 3.4.605 de l'IEC 61869-6:2016. Pour les LPCT passifs, seul le décalage de phase assigné φ_{or} est pris en compte. Le temps de retard assigné pour les LPCT passifs n'étant pas applicable, φ_{tdr} est nul.

5.6.1002 Précision basée sur un rapport de transformation corrigé et un décalage de phase corrigé individuels

Au lieu de calculer la précision à partir du rapport de transformation assigné et du décalage de phase assigné, la précision d'un LPCT passif peut être calculée à partir du rapport de transformation corrigé individuel ou du facteur de correction de rapport individuel, et du décalage de phase corrigé individuel ou du facteur de correction du décalage de phase individuel. L'Annexe 10A donne plus d'informations sur les corrections individuelles.

L'erreur de rapport corrigée $\varepsilon_{cor\ I}$ ou l'erreur composée corrigée $\varepsilon_{c\ cor\ I}$ est calculée par la formule donnée dans la Note 1 à l'article des définitions 3.4.1005 et 3.4.1006. Le facteur de correction CF_I doit être compris entre 0,900 et 1,100 et être indiqué avec la précision et le nombre de décimales appropriés selon la classe de précision correspondante (avec une résolution minimale de 0,001).

L'erreur de phase corrigée est calculée par la formule donnée à la Note 1 à l'article de la définition 3.4.1007. Pour un LPCT passif, le décalage de phase corrigé individuel $\varphi_{cor\ \varphi_o}$ remplace le décalage de phase assigné φ_{or} . Le temps de retard assigné pour les LPCT passifs n'étant pas applicable, φ_{tdr} est nul. La correction du décalage de phase doit se trouver dans la plage ± 300 min et être spécifiée avec la précision et le nombre de décimales appropriés selon la classe de précision correspondante (avec une résolution minimale de 1 min).

Si la précision est calculée à partir des valeurs de correction individuelles, les facteurs de correction ou les rapports de transformation corrigés et le décalage de phase corrigé doivent être indiqués sur la plaque signalétique.

5.6.1003 Transformateurs de courant passifs de faible puissance destinés à la mesure

5.6.1003.1 Désignation de la classe de précision d'un transformateur de courant passif de faible puissance

La classe de précision des LPCT passifs de mesure est désignée par le plus haut pourcentage admissible d'erreur de rapport (ε) au courant primaire assigné et à la puissance de sortie assignée.

5.6.1003.2 Classes de précision normalisées

Les classes de précision normalisées des LPCT passifs de mesure sont les suivantes:

$$0,1 - 0,2 - 0,2S - 0,5 - 0,5S - 1 - 3$$

5.6.1003.3 Limites de l'erreur de courant et de l'erreur de phase pour les LPCT passifs de mesure

L'erreur de courant et l'erreur de phase à la fréquence assignée et à la charge assignée ou à une charge plus élevée ne doivent pas dépasser les valeurs données dans le Tableau 1001.

Tableau 1001 – Limites de l'erreur de rapport et de l'erreur de phase pour les LPCT passifs de mesure

Classe de précision	Erreur de rapport ε , ε_{cor1}					Erreur de phase $\pm$ aux courants primaires indiqués ci-dessous									
	$\pm$ %					Minutes					Centiradians				
	au courant					au courant					au courant				
	0,01 I_{pr}	0,05 I_{pr}	0,2 I_p r	I_{pr}	$K_{pct} \times$ I_{pr}	0,01 I_{pr}	0,05 I_{pr}	0,2 I_p r	I_{pr}	$K_{pct} \times$ I_{pr}	0,01 I_{pr}	0,05 I_{pr}	0,2 I_p r	I_{pr}	$K_{pct} \times$ I_{pr}
0,1	-	0,4	0,2	0,1	0,1	-	15	8	5	5	-	0,45	0,24	0,15	0,15
0,2	-	0,75	0,35	0,2	0,2	-	30	15	10	10	-	0,9	0,45	0,3	0,3
0,2 S	0,75	0,35	0,2	0,2	0,2	30	15	10	10	10	0,9	0,45	0,3	0,3	0,3
0,5	-	1,5	0,75	0,5	0,5	-	90	45	30	30	-	2,7	1,35	0,9	0,9
0,5 S	1,5	0,75	0,5	0,5	0,5	90	45	30	30	30	2,7	1,35	0,9	0,9	0,9
1,0	-	3,0	1,5	1,0	1,0	-	180	90	60	60	-	5,4	2,7	1,8	1,8
3	-	-	4,5	3	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Plus d'informations ainsi qu'un graphique explicatif concernant les limites de précision et les classes de protection sont disponibles dans l'Annexe 6E de l'IEC 61869-6:2016.

Pour les LPCT passifs sans conducteur primaire intégré, l'Annexe 10D définit les désignations de précision concernant la position du conducteur primaire.

5.6.1003.4 Exigences de précision concernant les harmoniques

S'il existe des exigences liées aux harmoniques, les exigences de précision concernant les harmoniques données à l'Annexe 6A de l'IEC 61869-6:2016 s'appliquent même si l'amélioration des procédures d'essai pertinentes est à l'étude par le TC 38 de l'IEC.

5.6.1004 Transformateurs de courant passifs de faible puissance destinés à la protection

5.6.1004.1 Courant limite de précision assigné

Les valeurs normalisées du courant limite de précision assigné doivent être conformes à l'IEC 60059. Les valeurs préférentielles sont les suivantes:

5 000 A – 10 000 A – 12 500 A – 25 000 A – 31 500 A – 40 000 A – 50 000 A – 63 000 A – 80 000 A

5.6.1004.2 Désignation de la classe de précision

Pour les LPCT passifs de protection, la classe de précision est désignée par le pourcentage admissible le plus élevé de l'erreur composée, suivi par la lettre "P" (pour "protection") ou par les lettres "TPE" (pour "*transient protection electronic classes*", classes électroniques de protection en régime transitoire) et le courant limite de précision assigné.

NOTE Pour plus d'explications sur les classes TEP, voir Annexe 6B de l'IEC 61869-6:2016.

5.6.1004.3 Classes de précision normalisées

Les classes de précision normalisées des LPCT passifs de protection sont les suivantes:

5P – 10P – 5TPE

5.6.1004.4 Limites de l'erreur de courant et de l'erreur de phase pour les LPCT passifs de protection

A la fréquence assignée et à une charge égale ou supérieure à la charge assignée, l'erreur de rapport de courant, l'erreur de phase et l'erreur composée ne doivent pas dépasser les valeurs données dans le Tableau 1002.

Pour la classe TPE, la valeur de crête maximale de l'erreur instantanée ne doit pas dépasser les valeurs données dans le Tableau 1002 lors de l'application du cycle de fonctionnement spécifié. Plus d'informations sont données dans l'Annexe 6B de l'IEC 61869-6:2016.

Tableau 1002 – Limites des erreurs

Classe de précision	Erreur de rapport $\pm$ au courant primaire assigné $\varepsilon, \varepsilon_{cor I}$ en %	Erreur de phase $\pm$ au courant primaire assigné		Erreur composée au courant primaire limite de précision assigné $\varepsilon_c, \varepsilon_{cor I}$ en %	Valeur de crête maximale de l'erreur instantanée pour un courant de court circuit primaire assigné I_{psc} %
		Minutes	Centiradians		
5TPE	1	60	1,8	5	10
5P	1	60	1,8	5	-
10P	3	-	-	10	-

NOTE Plus d'informations sur les réponses en régime transitoire relatives à la classe TPE et à d'autres classes définies dans l'IEC 61869-2 (PR, PX, PXR, TPX, TPY et TPZ) sont données dans l'Annexe 6B de l'IEC 61869-6:2016.

Pour les LPCT passifs sans conducteur primaire intégré, l'Annexe 10D définit les désignations de précision concernant la position du conducteur primaire.

5.6.1004.5 Exigences de précision concernant les harmoniques

S'il existe des exigences liées aux harmoniques, les exigences de précision concernant les harmoniques données à l'Annexe 6A de l'IEC 61869-6:2016 s'appliquent même si l'amélioration des procédures d'essai pertinentes est à l'étude par le TC 38 de l'IEC.

5.1001 Valeurs normalisées du courant primaire assigné (I_{pr})

Les valeurs normalisées des courants principaux assignés sont:

$$25 \text{ A} - 50 \text{ A} - 80 \text{ A} - 100 \text{ A}$$

et leurs multiples ou sous-multiples décimaux.

5.1002 Valeurs normalisées du facteur de courant primaire étendu assigné (K_{pcr})

En raison de la linéarité des caractéristiques, le même LPCT passif peut être utilisé pour une large plage de valeurs de courant primaire. Les valeurs normalisées du facteur de courant primaire étendu assigné sont les suivantes:

$$5 - 10 - 20 - 50 - 100$$

NOTE Le choix des valeurs assignées appropriées du primaire et du secondaire est fait en tenant compte des limites d'entrée de l'équipement de mesure ou de protection.

5.1003 Valeurs normalisées du courant assigné thermique permanent (I_{cth})

La valeur normalisée du courant assigné thermique permanent correspond au courant primaire assigné (I_{pr}) ou au courant primaire étendu assigné (I_{epr}) si spécifié.

5.1004 Valeurs normalisées de la tension secondaire assignée (U_{sr})

Les valeurs efficaces normalisées de la tension secondaire assignée U_{sr} au courant primaire assigné sont:

$$22,5 \text{ mV} - 150 \text{ mV} - 225 \text{ mV}$$

5.1005 Courants de court-circuit assignés

5.1005.1 Courant assigné thermique de courte durée (I_{th})

Un courant assigné thermique de courte durée (I_{th}) doit être assigné au LPCT passif.

La valeur normalisée de la durée du courant assigné thermique de courte durée est de 1 s.

5.1005.2 Courant dynamique assigné (I_{dyn})

La valeur du courant dynamique assigné (I_{dyn}) doit être égale à 2,5 fois le courant assigné thermique de courte durée (I_{th}) et elle doit être indiquée sur la plaque signalétique lorsqu'elle diffère.

5.1006 Décalage de phase assigné (ϕ_{or})

Le décalage de phase assigné pour des LPCT proportionnels est de 0° .

Le décalage de phase assigné pour des LPCT dérivés est de 90° .

6 Conception et construction

6.11 Compatibilité électromagnétique (CEM)

6.11.3 Exigences relatives à l'immunité

Non applicable.

6.11.601 Exigences relatives aux émissions

Le paragraphe 6.11.601 de l'IEC 61869-6:2016 s'applique avec les ajouts suivants:

En conséquence, aucune autre exigence d'émission n'est spécifiée pour les LPCT passifs, en plus de l'essai d'interférence radioélectrique (essai RIV) et de l'essai de transmission des surtensions.

6.13 Marquages

Le paragraphe 6.13 de l'IEC 61869-6:2016 s'applique avec les ajouts suivants:

6.13.1001 Marquage des bornes – Règles générales

Le marquage des bornes doit identifier:

- a) les enroulements primaires et secondaires;
- b) les polarités relatives des enroulements.

6.13.1002 Mode de marquage

Les bornes primaires doivent être marquées de façon claire et indélébile, sur leur surface ou à proximité immédiate. Si possible, les bornes secondaires doivent être identifiées de façon claire et indélébile, soit à la surface du LPCT passif ou, en cas de connecteur à câble intégré, à proximité immédiate du connecteur. Si cela n'est pas possible, le constructeur doit, dans tous les cas, fournir des informations pertinentes dans la documentation du produit.

Le marquage doit être constitué de lettres suivies ou, si nécessaire, précédées de chiffres. Les lettres doivent être en majuscules d'imprimerie.

6.13.1003 Marquage à employer

Le marquage des bornes d'un LPCT passif doit être comme indiqué à la Figure 1002.

EXEMPLE 4 cl 0,5-A3 pour les LPCT passifs sans conducteur primaire intégré (voir Annexe 10D).

- h) le facteur de correction de rapport ou le rapport de transformation corrigé, si nécessaire pour la classe de précision déclarée (p. ex. $CF_I = 0,9657$, ou $K_{cor} = 16,11$ kA/V);
- i) la correction du décalage de phase ou le décalage de phase corrigé, si nécessaire pour la classe de précision déclarée (p. ex. $\varphi_{o\ cor} = -33$ min, ou $\varphi_{cor\ \varphi_o} = 89,45^\circ$);
- j) le type du signal de sortie, proportionnel ou dérivé.

6.601 Exigences relatives au système de transmission optique et aux liaisons de sortie optique

Non applicable.

6.602 Exigences relatives au système de transmission électrique et aux câbles électriques de liaison de sortie

6.602.1 Connecteurs

Le paragraphe 6.602.1 de l'IEC 61869-6:2016 s'applique, avec l'ajout suivant:

Tableau 1003 – Affectation des broches pour les connecteurs RJ45 utilisés dans les LPCT passifs

Connecteur RJ 45 pour:	Broche:	1	2	3	4	5	6	7	8
LPCT passif		S1	S2						
Réservé pour le LPCT passif								a	n
Réservé pour le TEDS				+			-		
Réservé pour l'alimentation électrique (voir l'IEC 61869-7 et l'IEC 61869-8)					+	-			

NOTE S'il y a plus d'un enroulement secondaire, chaque signal de sortie est connecté à un câble et à un connecteur distinct.

6.603 Rapport signal sur bruit

Non applicable.

6.604 Détection des défaillances et notification de maintenance

Non applicable.

6.605 Aptitude au fonctionnement

Non applicable.

6.606 Fiabilité et sûreté de fonctionnement

Non applicable.

6.607 Vibrations

Non applicable.

7 Essais

7.1 Généralités

7.1.2 Liste des essais

Le paragraphe 7.1.2 de l'IEC 61869-6:2016 s'applique, avec le remplacement du Tableau 10 par le suivant:

Tableau 10 – Liste des essais

Essais	Paragraphe
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 de type extérieur	7.2.4
Essais de compatibilité électromagnétique (CEM) (essai de perturbations radioélectriques)	7.2.5
Essais concernant la précision	7.2.6
Vérification du degré de protection fourni par les enveloppes	7.2.7
Essais d'étanchéité des enveloppes à température ambiante	7.2.8
Essai de pression de l'enveloppe	7.2.9
Essais de tenue aux courants de courte durée	7.2.1001
Essais individuels de série	7.3
Essais de tenue à la tension à 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 sur les bornes secondaires	7.3.4
Essai concernant la précision	7.3.5
Vérification des marquages	7.3.6
Essais d'étanchéité des enveloppes à température ambiante	7.3.7
Essai de pression de l'enveloppe	7.3.8
Essais spéciaux	7.4
Essai de tenue à l'onde coupée de tension de choc sur les bornes primaires	7.4.1
Essai de chocs 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	7.4.8
Essai de corrosion	7.4.9
Essai relatif au danger d'incendie	7.4.10
Essai de précision des harmoniques et basses fréquences	Annexe 6A, 6A.6.1
Essais sur prélèvements	7.5

7.1.1001 LPCT passif intégré dans un autre équipement

Dans certaines applications spécifiques où le LPCT passif est intégré dans un autre équipement (comme des connecteurs, des traversées, des extrémités amovibles, etc.), les normes appropriées de tension et de procédures d'essai pour cet équipement doivent être prises en compte. Ce sujet est à l'étude par le TC 38.

7.2 Essais de type

7.2.2 Essai d'échauffement

Le paragraphe 7.2.2 de l'IEC 61869-1:2007 s'applique, avec les ajouts suivants:

7.2.2.1001 Montage d'essai

Pour les LPCT passifs destinés à des postes triphasés sous enveloppe métallique à isolation gazeuse, les trois phases doivent être soumises à l'essai en même temps.

Le LPCT passif doit être monté d'une manière représentative du montage en service et les enroulements secondaires doivent être raccordés aux charges désignées. Cependant, la position du LPCT passif dans chaque appareillage pouvant être différente, il incombe au constructeur de choisir le montage d'essai.

L'essai d'échauffement ne s'applique pas au LPCT dérivé sans conducteur primaire intégré (type "fenêtre").

7.2.2.1002 Mesure de la température ambiante

Les capteurs destinés à mesurer la température ambiante doivent être répartis autour du LPCT passif, à une distance appropriée conformément aux caractéristiques assignées du LPCT passif et environ à mi-hauteur de ce dernier. Ils doivent être protégés du rayonnement thermique direct.

Pour réduire le plus possible les effets de la variation de la température de l'air de refroidissement, en particulier pendant la dernière période d'essai, il convient d'utiliser des moyens appropriés pour les capteurs de température, tels que des dissipateurs de chaleur ayant une constante de temps approximativement égale à celle du LPCT passif.

La moyenne des relevés des deux capteurs doit être utilisée pour l'essai.

7.2.2.1003 Durée de l'essai

Il peut être mis fin à l'essai lorsque les conditions suivantes sont remplies:

- la durée de l'essai est au moins égale à trois fois la constante de temps thermique du LPCT passif;
- la variation d'échauffement des enroulements et, pour les LPCT passifs immergés dans l'huile, de la température de la partie supérieure de l'huile dans la cuve, ne doit pas dépasser 1 K par heure, pendant trois relevés d'échauffement consécutifs.

Le constructeur doit estimer la constante de temps thermique par l'une des méthodes suivantes:

- avant l'essai, en se basant sur les résultats d'essais précédents, réalisés sur un dispositif similaire. La constante de temps thermique doit être confirmée pendant l'essai d'échauffement;
- pendant l'essai, d'après la ou les courbes d'échauffement ou la ou les courbes de diminution de température enregistrées au cours de l'essai et calculées selon l'Annexe 2D de l'IEC 61869-2:2012;

- pendant l'essai, en tant que point d'intersection entre la tangente à la courbe d'échauffement partant de 0 et l'échauffement maximal estimé;
- pendant l'essai, à 63 % de l'échauffement maximal estimé.

7.2.2.1004 Températures et échauffements

L'objectif de l'essai est de déterminer l'échauffement moyen des enroulements et, pour les transformateurs immergés dans l'huile, l'échauffement de la partie supérieure de l'huile dans la cuve, en régime établi.

La température moyenne des enroulements doit être déterminée si possible par la méthode de variation de résistance; pour les enroulements de très faible résistance, toutefois, un thermomètre, un thermocouple ou d'autres capteurs de température peuvent être utilisés.

Des thermomètres ou thermocouples doivent mesurer l'échauffement des parties autres que les enroulements. La température de la partie supérieure de l'huile dans la cuve doit être mesurée au moyen de capteurs placés sur le haut de la tête métallique qui est en contact direct avec l'huile.

L'échauffement doit être déterminé en tant que différence par rapport à la température ambiante, mesurée comme indiqué en 7.2.2.1002.

7.2.2.1005 Modalités d'essai pour les LPCT passifs avec $U_m < 550$ kV

L'essai doit être effectué par application du courant assigné thermique permanent à l'enroulement primaire, le ou les secondaires étant connectés à la charge assignée.

7.2.2.1006 Modalités d'essai pour les LPCT passifs immergés dans l'huile avec $U_m \geq 550$ kV

L'essai doit être effectué par application simultanée au LPCT passif:

- du courant assigné thermique permanent à l'enroulement primaire, le ou les enroulements secondaires étant connectés à la charge assignée;
- de la tension la plus élevée de l'équipement divisée par $\sqrt{3}$ entre l'enroulement primaire et la terre à laquelle une borne de l'enroulement secondaire doit aussi être raccordée.

7.2.5 Essais de compatibilité électromagnétique (CEM)

7.2.5.2 Essai d'immunité

Non applicable.

7.2.5.601 Essais d'émission CEM

Non applicable.

7.2.6 Essai concernant la précision

7.2.6.601 Généralités

Le paragraphe 7.2.6.601 de l'IEC 61869-6:2016 s'applique, avec l'ajout suivant:

Le facteur de correction et le décalage de phase déclarés sur la plaque signalétique doivent être utilisés pour tous les essais concernant la précision (par hypothèse, $CF_i = 1$ si la plaque signalétique ne porte aucune déclaration).

7.2.6.602 Essais de base concernant la précision

7.2.6.602.1 Essais de base concernant la précision du LPIT de mesure

Le paragraphe 7.2.602.1 de l'IEC 61869-6:2016 s'applique, avec l'ajout suivant:

Pour démontrer la conformité avec la classe de précision spécifiée, les essais doivent être réalisés avec un conducteur primaire centré et perpendiculaire au LPCT (si le conducteur primaire ne fait pas partie du LPCT) et sans l'influence d'un conducteur externe dans lequel circule du courant.

7.2.6.602.2 Essais de base concernant la précision du LPIT de protection

Le paragraphe 7.2.602.1 de l'IEC 61869-6:2016 s'applique, avec l'ajout suivant:

Pour démontrer la conformité avec la classe de précision spécifiée, les essais doivent être réalisés avec un conducteur primaire centré et perpendiculaire au LPCT (si le conducteur primaire ne fait pas partie du LPCT) et sans l'influence d'un conducteur externe dans lequel circule du courant.

7.2.6.604 Essai de précision en fonction de la fréquence

Le paragraphe 7.2.6.604 de l'IEC 61869-6:2016 s'applique, avec l'ajout suivant:

Pour les dispositifs dépendant de la fréquence comme les LPCT dérivés, les exigences de plage de fréquence doivent être ajustées pour pouvoir être appliquées au dispositif connecté (dispositif de mesure, relais de protection, etc.). Voir l'Article 10B.5.

7.2.6.605 Essai de précision après échange de composants

Non applicable.

7.2.6.606 Essais supplémentaires concernant la précision du LPCT de protection

Le paragraphe 7.2.6.606 de l'IEC 61869-6:2016 s'applique, avec les ajouts suivants:

7.2.6.606.1001 Essai concernant l'erreur composée

Le respect des limites de l'erreur composée indiquées dans le Tableau 1002 doit être prouvé par un essai direct au cours duquel un courant pratiquement sinusoïdal égal au courant limite de précision assigné passe dans l'enroulement primaire, le secondaire étant connecté à une charge de valeur égale à la charge assignée.

L'essai peut être effectué sur un LPCT passif semblable au transformateur fourni, l'isolation pouvant être réduite, pourvu que la disposition géométrique soit la même dans les deux cas.

Le LPCT passif doit être monté d'une manière représentative du montage en service et les enroulements secondaires doivent être raccordés aux charges désignées. Cependant, la position du LPCT passif dans chaque appareillage pouvant être différente, il incombe au constructeur de choisir le montage d'essai. Il convient de tenir compte de la distance entre le conducteur primaire de retour ou d'autres conducteurs proches et le LPCT passif à des fins de reproductibilité des conditions de service.

7.2.6.606.1002 Essais de réponse en régime transitoire

Le respect des limites de l'erreur instantanée jusqu'à t' et/ou t'' et aux conditions limites de précision données au Tableau 1002 doit être démontré par un essai direct au cours duquel le courant en régime transitoire défini en 3.3.613 passe à travers les bornes primaires à la charge assignée, au courant de court-circuit primaire assigné, à la constante de temps du primaire spécifiée et au cycle de fonctionnement spécifié.

7.2.6.1001 Essai concernant la précision de positionnement du conducteur primaire

Cet essai a pour objectif de vérifier les exigences de précision si le conducteur primaire n'est pas centré et/ou pas perpendiculaire au LPCT passif.

Cet essai s'applique aux LPCT passifs sans conducteur primaire intégré. Les procédures d'essai sont décrites en détail à l'Article 10D.3.

7.2.6.1002 Essai concernant l'influence d'un champ magnétique issu d'autres phases

Cet essai a pour objectif de vérifier l'influence d'autres phases sur la précision du LPCT passif.

Pour les LPCT passifs destinés à être intégrés ou installés dans un équipement électrique (par exemple installés dans un GIS), l'essai doit être réalisé dans une configuration qui représente l'installation réelle.

Pour les LPCT passifs destinés à une utilisation avec des câbles, un câble externe doit se trouver à l'extérieur du LPCT passif soumis à l'essai (voir Figure 1003).

Dans une première étape, le courant primaire assigné traverse le conducteur interne du LPCT passif soumis à l'essai. Le conducteur interne doit être centré et parallèle à l'axe du LPCT. Le montage d'essai doit être réalisé de telle manière que l'influence d'un éventuel courant dans le conducteur externe soit négligeable.

Les erreurs de rapport et de phase sont enregistrées.

Dans la deuxième étape, le conducteur externe est fixé sur le côté extérieur du LPCT passif, parallèlement au conducteur interne. Le conducteur externe et la surface externe du LPCT doivent se toucher à 90° par rapport à la position des câbles de sortie ou du connecteur de sortie du LPCT comme le montre la figure 1003 b.

Le courant primaire assigné traverse à la fois le conducteur interne et le conducteur externe du LPCT soumis à l'essai. Les différences d'erreurs de rapport et de phase entre les mesures à la première et à la deuxième étape doivent rester dans 1/3 des limites d'erreurs pour la classe de précision concernée.

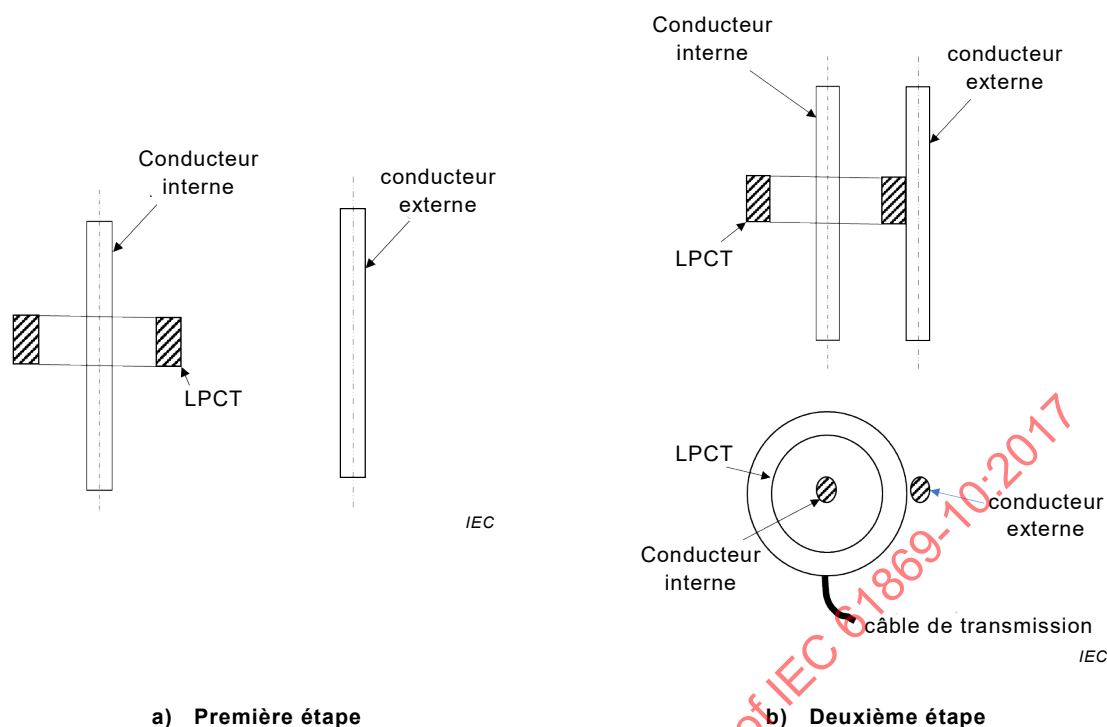


Figure 1003 – Montage d'essai pour l'effet du champ magnétique provenant d'autres phases

7.2.1001 Essais de tenue aux courants de courte durée

Cet essai doit être effectué avec le ou les enroulements secondaires raccordés à la charge désignée, et à un courant I pendant une durée t , afin que $(I^2 t)$ soit au moins égal à $(I_{th}^2 1s)$ et à condition que la valeur de t soit comprise entre 0,5 s et 5 s.

L'essai dynamique doit être effectué aussi avec le ou les enroulements secondaires raccordés à la charge désignée, et avec un courant primaire dont la valeur de crête est au moins égale au courant dynamique assigné (I_{dyn}) pendant au moins une crête.

L'essai dynamique peut être combiné avec l'essai thermique ci-dessus, à condition que le premier courant de crête primaire soit au moins égal au courant dynamique assigné (I_{dyn}).

Le transformateur doit être réputé avoir réussi ces essais si, après être revenu à température ambiante (entre 10 °C et 40 °C), il satisfait aux exigences suivantes:

- il ne présente aucun dommage visible;
- ses erreurs après l'essai (la démagnétisation peut être effectuée si applicable) ne diffèrent pas de celles relevées avant les essais de plus de la moitié des limites d'erreur correspondant à sa classe de précision;
- il supporte les essais diélectriques spécifiés en 7.3.1, 7.3.2 et 7.3.4, mais avec des tensions ou des courants d'essai réduits à 90 % de ceux qui sont donnés;
- l'examen de l'isolation à proximité de la surface du conducteur ne révèle aucune détérioration sensible (p. ex. une carbonisation).

L'examen d) n'est pas exigé si la densité du courant dans l'enroulement primaire correspondant au courant assigné thermique de courte durée (I_{th}) ne dépasse pas:

- 180 A/mm², lorsque l'enroulement est en cuivre de conductivité au moins égale à 97 % de la valeur indiquée dans l'IEC 60028;
- 120 A/mm², lorsque l'enroulement est en aluminium de conductivité au moins égale à 97 % de la valeur indiquée dans l'IEC 60121.

NOTE L'expérience montre qu'en service, les exigences concernant le courant thermique sont généralement satisfaites pour une isolation de classe A, à condition que la densité du courant dans l'enroulement primaire, correspondant au courant assigné thermique de courte durée, ne dépasse pas les valeurs susmentionnées.

La conformité à cette exigence peut donc tenir lieu d'examen de l'isolation, si le constructeur et l'acheteur en conviennent.

7.4 Essais spéciaux

7.4.601 Essais de vibration

Non applicable.

601 Informations à fournir avec les demandes d'information, les soumissions et les commandes

601.1 Désignation

Le paragraphe 601.1 de l'IEC 61869-6:2016 s'applique, avec l'ajout suivant:

La spécification d'un LPCT pour une demande d'information ou une commande doit contenir les éléments énoncés dans le Tableau 1004.

Tableau 1004 – Désignation d'un LPCT passif

Caractéristique assignée	Abréviation	Définition	Article ou paragraphe
Tension la plus élevée pour le matériel	U_m	3.2.2	5.2
Niveau d'isolement assigné		3.2.3	5.3
Conditions de service			4
Fréquence assignée	f_r	3.5.1	5.4
Courant assigné thermique de courte durée	I_{th}	3.3.605	5.1005
Courant primaire assigné	I_{pr}	3.3.601	5.1001
Courant primaire étendu assigné	I_{epr}	3.3.602	5.1002
Tension secondaire assignée	U_{sr}	3.1.623	5.1004
Charge assignée	R_{br} (résistance/capacité)	3.4.7	5.5.601
Courant limite de précision assigné		3.3.604	5.6.1004.1
Classe de précision		3.4.5	5.6.1003.2 5.6.1004.3
Application (par exemple indépendant, GIS, à la barre omnibus, couplé à un disjoncteur)			
Décalage de phase	φ_o	3.4.603	5.1006
Facteur de correction (le cas échéant)	CF_I	3.4.1003	5.6.1002
Décalage de phase corrigé (le cas échéant)	$\varphi_{cor \varphi o}$	3.4.1004	5.6.1002
Pour les applications spéciales:			
Courant primaire de court-circuit assigné pour la réponse en régime transitoire	I_{psc}	3.3.608	-
Facteur de courant de court-circuit symétrique assigné pour la réponse en régime transitoire	K_{ssc}	3.3.609	-
Constante de temps du primaire spécifiée pour la réponse en régime transitoire (ne concerne pas le LPCT dérivé)	T_p	3.3.610	-
L'utilisateur doit déclarer si la correction avec le facteur de correction et/ou le décalage de phase est admise pour atteindre la classe de précision.			

601.2 Sûreté de fonctionnement

Non applicable.

NOTE Le paragraphe 601.2 de l'IEC 61869-6:2016 se réfère à 6.606 qui ne s'applique pas à la présente partie de l'IEC 61869 parce que le LPCT passif ne comprend pas de composant qui serait remplacé pendant la maintenance.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61869-10:2017