

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



Instrument transformers –

Part 15: Additional requirements for voltage transformers for DC applications

Transformateurs de mesure –

Partie 15: Exigences supplémentaires concernant les transformateurs de tension pour application en courant continu

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61869-15:2018



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2018 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
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 - webstore.iec.ch/advsearchform

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 21 000 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

67 000 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: sales@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 - webstore.iec.ch/advsearchform

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 21 000 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

67 000 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: sales@iec.ch.

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



Instrument transformers –

Part 15: Additional requirements for voltage transformers for DC applications

Transformateurs de mesure –

Partie 15: Exigences supplémentaires concernant les transformateurs de tension pour application en courant continu

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 17.220.20

ISBN 978-2-8322-5804-0

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

CONTENTS

FOREWORD.....	3
INTRODUCTION.....	6
1 Scope.....	8
2 Normative references	8
3 Terms, definitions, abbreviated terms and symbols.....	8
5 Ratings.....	12
6 Design and construction	15
7 Tests	20
Annex 15A (informative) Proposed rated insulation level applicable to voltage transformers for DC application.....	34
Bibliography.....	35
Figure 1501 – Position of the DCVT's in the DC scheme.....	6
Figure 1502 – Typical step responses of a system	10
Figure 1503 – Accuracy limits of a DCVT	14
Figure 1504 – RC divider with low-voltage part outside the main housing	25
Figure 1505 – Connection for voltage withstand test of the external low voltage part of a DCVT.....	26
Figure 1506 – Polarity reversal test profile.....	27
Figure 1507– Measurement of the step response time	29
Table 1501 – Voltage on DCVT's	6
Table 3 – Partial discharge test voltages and permissible levels	13
Table 1502 – Limits of ratio error for DCVT (classes from 0,1 to 3)	14
Table 7 – Static withstand test loads.....	16
Table 8 – Arc fault duration and performance criteria	17
Table 1503 – Markings of terminals	18
Table 1504 – Rating plate marking for common rating plate	19
Table 1505 – Rating plate marking for each secondary converter	19
Table 1506 – Rating plate marking for auxiliary power supply	20
Table 10 – List of tests.....	21
Table 15A.1 – Proposed rated primary terminal insulation levels for voltage transformers for DC application.....	34

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

INSTRUMENT TRANSFORMERS –

**Part 15: Additional requirements for
voltage transformers for DC applications**

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 61869-15 has been prepared by IEC technical committee 38: Instrument transformers.

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

FDIS	Report on voting
38/561/FDIS	38/566/RVD

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

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

This Part 15 is to be used in conjunction with 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.

When a subclause of Part 1 or Part 6 is not mentioned in this Part 15, that subclause applies. When this standard states "addition", "modification" or "replacement", the relevant text in Part 1 or Part 6 is to be adapted accordingly.

- clauses, subclauses, tables, figures and notes that are numbered starting from 1501 are additional to those in Part 1 and Part 6;
- additional annexes are lettered 15A, 15B, 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 at the website: www.iec.ch.

PRODUCT FAMILY STANDARDS	PRODUCT STANDARD	PRODUCTS	OLD STANDARD
61869-1 GENERAL REQUIREMENTS	61869-2	ADDITIONAL REQUIREMENTS FOR CURRENT TRANSFORMERS	60044-1 60044-6
	61869-3	ADDITIONAL REQUIREMENTS FOR INDUCTIVE VOLTAGE TRANSFORMERS	60044-2
	61869-4	ADDITIONAL REQUIREMENTS FOR COMBINED TRANSFORMERS	60044-3
	61869-5	ADDITIONAL REQUIREMENTS FOR CAPACITIVE VOLTAGE TRANSFORMERS	60044-5
	61869-6 ADDITIONAL GENERAL REQUIREMENTS FOR LOW-POWER INSTRUMENT TRANSFORMERS	61869-7	60044-7
		61869-8	60044-8
		61869-9	
		61869-10	
		61869-11	60044-7
		61869-12	
		61869-13	
		61869-14	
		61869-15	

The committee has decided that the contents of this document will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC website under "<http://webstore.iec.ch>" in the data related to the specific document. At this date, the document 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 61869-15:2018

INTRODUCTION

This document applies to voltage transformers (VT) intended to be used in DC applications with the following functions:

- measure DC voltage (with significant harmonics);
- withstand DC voltage.

Two main technologies of DC converters exist today: LCC and VSC

- Line-commutated converters (LCC) are based on thyristor converters. They are characterized by a single direction of current flow, and a voltage polarity reversal possibility. Significant voltage and current harmonics exist up to frequencies of about 3 kHz to 4 kHz.
- Voltage source converters (VSC) are based on transistor converters. They are characterized by a bi-directional current flow and a single voltage polarity. Voltage and current harmonics exist up to frequencies of about 20 kHz.

The position of the DCVTs on the DC system is illustrated in Figure 1501.

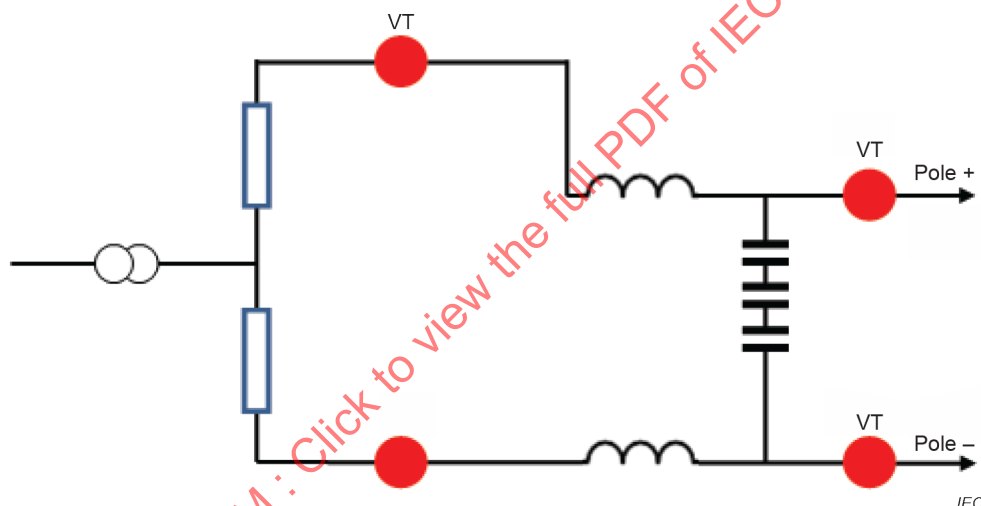


Figure 1501 – Position of the DCVT's in the DC scheme

Table 1501 gives an overview of the voltage waveshape as well as the main characteristics of the VT.

Table 1501 – Voltage on DCVT's

Voltage	Characteristics
	Pure DC application High-accuracy measurement Harmonics measurement Metering, control and protection purpose

The actual technology used for DCVT's are resistive voltage dividers (with or without additional capacitance). However, other technologies could be used in the future (for example, optical voltage sensors).

This document includes some specific requirements applicable to resistive voltage dividers, but can be applied to any technology.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61869-15:2018

INSTRUMENT TRANSFORMERS –

Part 15: Additional requirements for voltage transformers for DC applications

1 Scope

This part of IEC 61869 provides all requirements specific to voltage transformers to be used in DC applications (DCVTs), whatever the technology used. The output signal can be analogue or digital.

It is applicable to newly manufactured voltage transformers used for measuring, protection and/or control applications in DC power systems with a rated voltage above 1,5 kV.

This document covers passive voltage dividers as well as active voltage transformers, used for measurement, control and protection.

The general configuration of a single-pole low-power instrument transformer is described in Figure 601 of IEC 61869-6:2016.

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 TS 60815-4:2016, *Selection and dimensioning of high-voltage insulators intended for use in polluted conditions – Part 4: Insulators for DC systems*

IEC TS 61245, *Artificial pollution tests on high-voltage ceramic and glass insulators to be used on DC systems*

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

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

IEC 61869-9:2016, *Instrument transformers – Part 9: Digital interface for instrument transformers*

3 Terms, definitions, abbreviated terms and symbols

For the purposes of this document, the terms and definitions given in Clause 3 of IEC 61869-1:2007, of IEC 61869-6:2016 and of IEC 61869-9:2016 are applicable with the following additions and modifications.

ISO and IEC maintain terminological databases for use in standardization at the following addresses:

- IEC Electropedia: available at <http://www.electropedia.org/>
- ISO Online browsing platform: available at <http://www.iso.org/obp>

3.1 General definitions

3.1.1501

instrument transformer for DC application

instrument transformer intended to be used in DC applications with at least one of the following functions:

- measure DC current or DC voltage (with significant harmonics);
- withstand DC voltage.

3.1.1502

voltage transformer for DC application

DCVT

instrument transformer for DC application in which the secondary signal, under normal conditions of use, is substantially proportional to the primary voltage

3.2 Definitions related to dielectric ratings

3.2.2

highest voltage for equipment

U_m

Definition 3.2.2 of IEC 61869-1:2007 is replaced by the following one:

highest value of DC voltage for which the equipment is designed to operate continuously, in respect of its insulation as well as other characteristics that relate to this voltage

3.3 Definitions related to current ratings

3.3.1501

maximum peak fault current

I_{sc}

maximum peak value of current occurring during a fault condition of the DC power system

3.4 Definitions related to accuracy

3.4.1501

absolute error

ε_V

error (expressed in V) that a voltage transformer introduces into the measurement and which arises from the fact that the actual transformation ratio is not equal to the rated transformation ratio

Note 1 to entry: The absolute error is defined by the following formula:

$$\varepsilon_V = K_r \cdot U_s - U_p$$

where

K_r is the rated transformation ratio;

U_p is the DC value of the actual primary voltage in steady state;

U_s is the DC value of the output voltage.

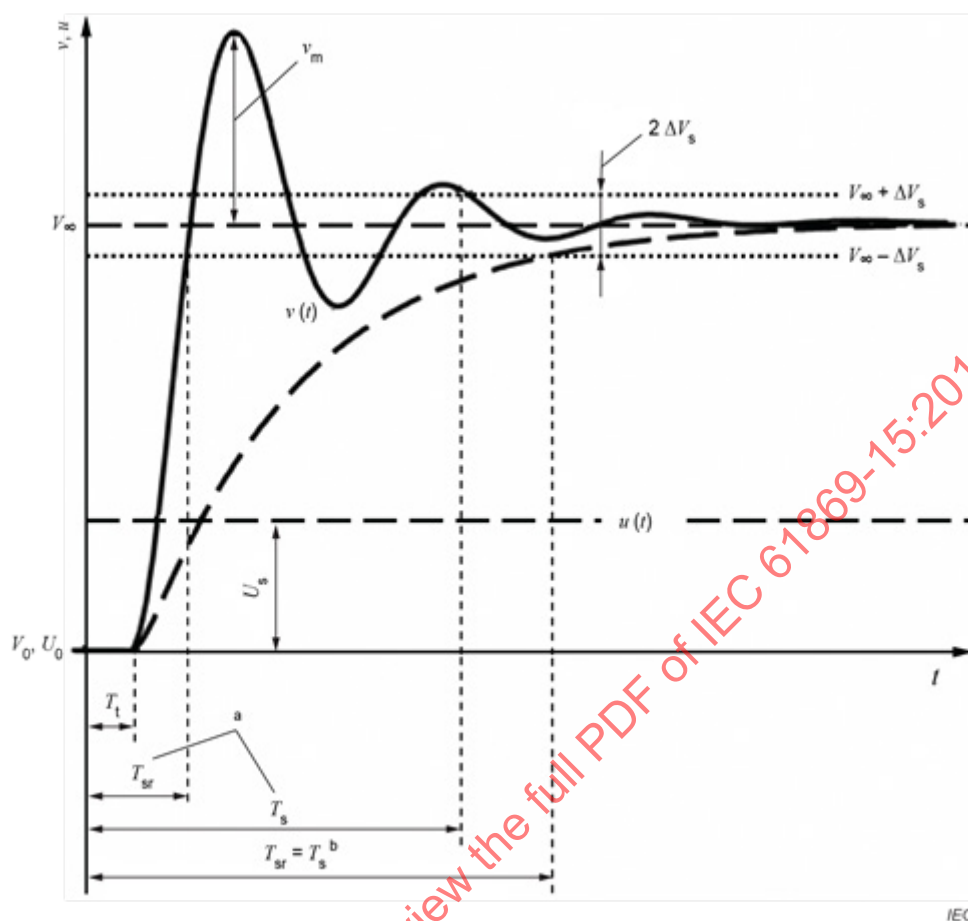
3.5 Definitions related to other ratings

3.5.1501

step response

duration between the instant when the measurand (or quantity supplied) is subjected to a specified abrupt change and the instant when the indication (or quantity supplied) reaches, and remains within specified limits of, its final steady-state value

Note 1 to entry: See graphical explanation in Figure 1502.



a For periodic behaviour

b For aperiodic behaviour

u	Input variable
U_0	Initial value of the input variable
U_s	Step height of the input variable
v	Output variable
V_0, V_∞	Steady-state values before and after application of the step
v_m	Overshoot
$2 \Delta v_s$	Specified tolerance limit
T_{sr}	Step response time
T_s	Settling time
T_t	Dead time

Figure 1502 – Typical step responses of a system

Note 2 to entry: The dead time includes the delay time.

[SOURCE: IEC 60050-311:2001, 311-06-04 and IEC 60050-351:2013, 351-45-27, modified – Notes to entry of the sources have been deleted and a new Note 1 to entry has been added.]

3.5.1502**step response time** T_{sr}

for a step response, the duration of the time interval between the instant of the step change of an input variable and the instant when the output variable reaches for the first time a specified percentage of the difference between the final and the initial steady-state values

Note 1 to entry: The step response time includes the delay time of the voltage transformer.

[SOURCE: IEC 60050-351:2013, 351-45-36 modified – Note 1 to entry of the source has been deleted and a new Note 1 to entry has been added, and the symbol has been added.]

3.5.1503**settling time** T_s

for a step response, the duration of the time interval between the instant of the step change of an input variable and the instant when the difference between the step response and their steady-state value remains smaller than the transient value tolerance

Note 1 to entry: The settling time includes the delay time of the voltage transformer.

[SOURCE: IEC 60050-351:2013, 351-45-37 modified – Note 1 to entry of the source has been deleted and a new Note 1 to entry has been added, and the symbol has been added.]

3.5.1504**overshoot** v_m

for a step response of a transfer element, the maximum transient deviation from the final steady-state value of the output variable, usually expressed in percent of the difference between the final and the initial steady-state values and for reference-variable step response or disturbance-variable step response of a control system the maximum transient deviation from the desired value

[SOURCE: IEC 60050-351:2013, 351-45-38, modified – Note 1 to entry has been deleted and the symbol has been replaced.]

3.7 Index of abbreviated terms and symbols

The table in 3.7 of IEC 61869-6:2016 is replaced by the following one:

DCVT	voltage transformer for DC application
F	mechanical load
I_{amax}	maximum supply current
I_{ar}	rated supply current
I_{sc}	maximum peak fault current
IT	instrument transformer
K	actual transformation ratio
K_r	rated transformation ratio
R_{br}	rated burden
t_d	delay time
t_{dr}	rated delay time
T_s	settling time
T_{sr}	step response time
T_t	dead time
U_{ar}	auxiliary power supply voltage

U_m	highest voltage for equipment
U_{pr}	rated primary voltage
U_{sr}	rated secondary voltage
v_m	overshoot
ε	ratio error
ε_V	absolute error

5 Ratings

5.1 General

Subclause 5.1 of IEC 61869-1:2007 is replaced by the following one:

If applicable, the ratings of voltage transformers, including their auxiliary equipment, shall be selected from the following ones:

- highest voltage for equipment (U_m);
- rated primary voltage (U_{pr});
- rated delay time (t_{dr});
- rated secondary voltage (U_{sr});
- insulation level;
- rated burden (R_{br});
- rated accuracy class;
- rated step response time (T_{sr}).

The rating applies at the standardized reference atmosphere (temperature 20 °C, pressure 101,3 kPa, and humidity 11 g/m³) as specified in IEC 60071-1.

NOTE The ratings are specified by the purchaser depending on the characteristics of the whole DC system application.

5.2 Highest voltage for equipment

There are no standard values for highest voltage for equipment.

However, a tentative list of standard values is given in Annex 15A.

5.3 Rated insulation levels

5.3.1 General

Subclause 5.3.1 from IEC 61869-1:2007 is replaced by the following one:

The standard values of insulation level of IEC 60071-1 are not applicable to DC systems.

Methods of calculation for applied dielectric test voltages are given in the relevant clauses of this document.

Additionally, indication for impulse withstand voltage values are given in Annex 15A.

5.3.3 Other requirements for insulation of primary terminals

5.3.3.1 Partial discharges

Subclause 5.3.3.1 of IEC 61869-1:2007 is replaced by the following one:

The partial discharge level measured during the power-frequency voltage withstand test, shall not exceed the limits specified in Table 3.

Table 3 – Partial discharge test voltages and permissible levels

PD test voltage (r.m.s.) kV	Maximum permissible PD level	
	pC	
	Type of insulation	
	immersed in liquid or gas	solid
$1,5 U_m/\sqrt{2}$	10	50
$1,2 U_m/\sqrt{2}$	5	20

5.4 Rated frequency

Subclause 5.4 of IEC 61869-1:2007 is replaced by the following one:

The rated frequency is equal to 0 (which means DC).

5.5 Rated output

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

Subclause 5.5.602 of IEC 61869-6:2016 is replaced by the following one:

The standard values for rated delay time are:

$$5 \mu\text{s} - 25 \mu\text{s} - 100 \mu\text{s}$$

In the case of a pure passive DCVT, the rated delay time is 0.

5.5.1501 Standard values of rated secondary voltage

The standard values of rated secondary DC voltage are:

$$5 \text{ V} - 10 \text{ V} - 50 \text{ V}$$

5.6 Rated accuracy class

5.6.1501 Accuracy class designation

The accuracy class is designated by the highest permissible percentage of voltage error at rated primary voltage and with the rated burden.

5.6.1502 Standard accuracy classes

The standard accuracy classes are:

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

5.6.1503 Limits of ratio error

The ratio error for the DC component, measured at the secondary terminals, shall not exceed the values given in Table 1502, expressed as a percentage of the measured voltage. A graphical representation of error limits is shown in Figure 1503.

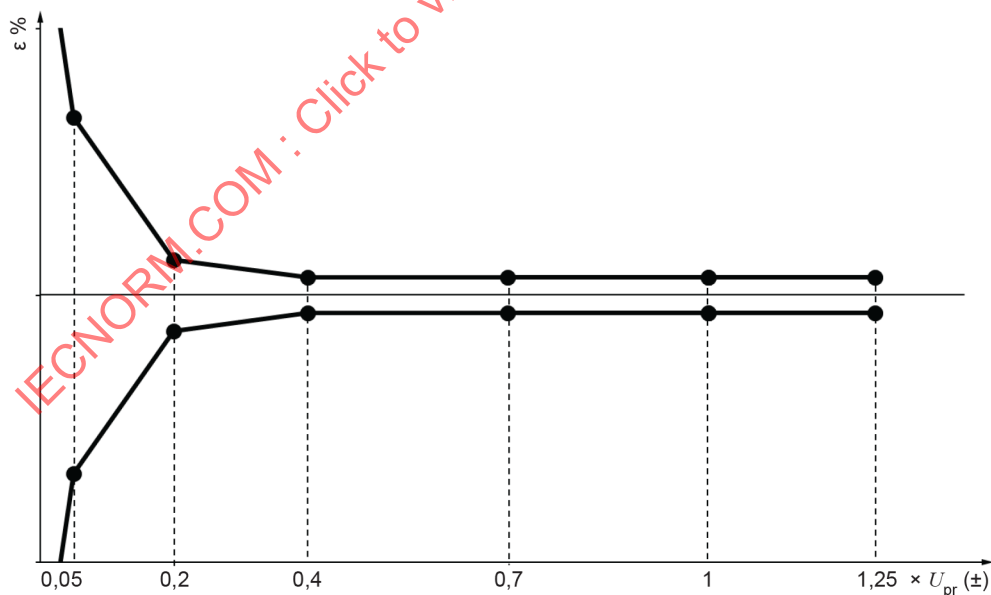
The accuracy shall be guaranteed for the whole range of temperature, both for the outdoor and the indoor part of the voltage transformer and for both polarities.

Table 1502 – Limits of ratio error for DCVT (classes from 0,1 to 3)

Accuracy class	Ratio error $\pm$ %					
	at % of rated voltage					
	5	20	40	70	100	125
0,1	1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1
0,2	2	0,4	0,2	0,2	0,2	0,2
0,5	3,5	1	0,5	0,5	0,5	0,5
1	5	2	1	1	1	1
3	10	5	3	3	3	3

For voltage lower than 5 % of the rated voltage, the absolute error ε_V shall not increase above the value at 5 % of the rated voltage.

NOTE The purpose of this requirement is to consider a minimum value of error due to offset voltage and noise.



IEC

Figure 1503 – Accuracy limits of a DCVT

5.6.1504 Accuracy requirements for harmonic measurement

This subclause is applicable for the measurement of the ripple of the DC voltage.

When required, Subclause 6A.4.3 of IEC 61869-6:2016 is applicable.

5.1501 Rated step response time

The standard values for the rated step response time are:

$$25 \mu\text{s} - 100 \mu\text{s} - 500 \mu\text{s}$$

6 Design and construction

6.6 Requirements for the external insulation

6.6.1 Pollution

Subclause 6.6.1 of IEC 61869-1:2007 is replaced by the following one:

This subclause is applicable to voltage transformers having U_m equal to or above 20 kV.

The purchaser shall specify the minimum creepage distance or the minimum USCD (see IEC TS 60815-4:2016) or, alternatively, the DC site pollution severity.

The necessary creepage distance shall be determined from the USCD by:

$$\text{USCD} \times U_m$$

where USCD is the minimum nominal unified specific creepage distance (mm/kV), see IEC 60050-471:2007, 471-01-16.

For indoor voltage transformers, the minimum USCD value shall be 14 mm/kV.

For outdoor voltage transformers, if artificial pollution tests are required, they shall be performed in accordance with 7.4.1501.

NOTE Values for USCD for outdoor voltage transformers are considered in IEC TS 60815-4:2016. These values are strongly dependent on the insulator material. Additional factors relating to the insulator profile and insulator material are also specified.

6.7 Mechanical requirements

Subclause 6.7 of IEC 61869-1:2007 is replaced by the following one:

The required static load that voltage transformers shall be able to withstand is given in Table 7. The figures include loads due to wind and ice.

The specified test loads are intended to be applied in any direction at the level of the primary terminals.

Table 7 – Static withstand test loads

Highest voltage for equipment, U_m kV	Static withstand test load, F N
	Voltage transformers
Up to 100	500
> 100 up to 300	1 000
> 300 up to 500	1 250
> 500	1 500

The sum of the loads acting in routinely operating conditions should not exceed 50 % of the specified withstand test load.

In some applications, voltage transformers with through current terminals should withstand rarely occurring extreme dynamic loads (e.g. short circuits) not exceeding 1,4 times the static test load.

For some applications, it may be necessary to establish the resistance to rotation of the primary terminals. The moment to be applied during the test is agreed between the manufacturer and the purchaser.

6.8 Multiple chopped impulse on primary terminals

Subclause 6.8 of IEC 61869-1:2007 is replaced by the following one:

If additionally specified, the primary terminals of oil-immersed voltage transformers having U_m equal to or above 100 kV shall withstand multiple chopped impulses in accordance with 7.4.2 of IEC 61869-1:2007.

NOTE Requirements and tests relate to the behaviour of the internal shields and connections carrying high-frequency transient currents. The test can also be applied to ratings below this level.

6.9 Internal arc fault protection requirements

Subclause 6.9 of IEC 61869-1:2007 is replaced by the following one:

These requirements apply to oil-immersed and gas-insulated voltage transformers having U_m equal to or above 100 kV, for which an internal arc fault protection class is additionally specified.

If additionally specified, the instrument transformer shall be able to withstand an internal arc of the specified current and duration.

The applied current is a symmetrical sinusoidal current. The r.m.s. current value is

$$I_{sc}/\sqrt{2}$$

The arc fault duration shall be defined in accordance with Table 8.

It shall be considered that compliance with these requirements is achieved if the instrument transformer passes the test described in 7.4.6. of IEC 61869-1:2007.

Table 8 – Arc fault duration and performance criteria

Protection stage	Arc fault duration s	Internal arc fault protection class I	Internal arc fault protection class II
1	0,2	Fracture of the housing and fire permitted, but all projected parts to be confined within the containment area	No external effect other than the operation of suitable pressure relief device
2	0,5		No fragmentation (burn-through or fire acceptable)

6.11 Electromagnetic compatibility (EMC)

6.11.1 Requirement for radio interference voltage (RIV)

Subclause 6.11.2 of IEC 61869-1:2007 is replaced by the following one:

The RIV requirement applies to voltage transformers having U_m equal to or above 100 kV to be installed in air-insulated substations.

During test with power-frequency voltage, the radio interference voltage shall not exceed 2 500 μ V at $1,1 \times U_m / \sqrt{2}$.

NOTE This requirement is included to meet certain electromagnetic compatibility regulations.

6.13 Markings

6.13.1501 Terminal markings

The markings shall identify:

- a) the primary and the secondary terminals;
- b) the relative polarity of terminals.

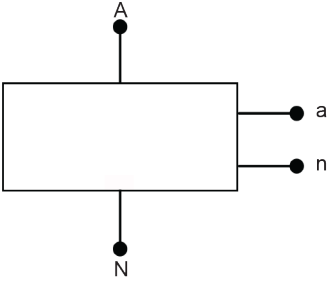
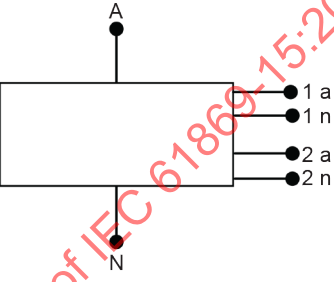
6.13.1502 Method of marking

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 the DCVT or in the immediate vicinity of the terminals.

6.13.1503 Terminal markings

Terminal markings shall be in accordance with Table 1503.

Table 1503 – Markings of terminals

Line primary terminal	 IEC DCVT with one secondary output
Secondary terminals	
Ground primary terminal	
Line primary terminal	 IEC DCVT with two secondary outputs
Secondary terminals	
Ground primary terminal	

6.13.1504 Rating plate markings

Subclause 6.13 of IEC 61869-1:2007 and IEC 61869-6:2016 is replaced by the following one:

All voltage transformers shall carry at least the following markings:

- a) manufacturer's name or other mark by which the manufacturer can be readily identified;
- b) year of manufacture and a serial number or a type designation, preferably both;
- c) highest voltage for equipment (U_m);
- d) insulation level;
- e) rated primary voltage (U_{pr});
- f) accuracy class;

When the instrument transformer is intended for both DC and AC measurements, the accuracy for both applications shall be marked separately.

- g) temperature category;
- h) mass in kg (when ≥ 25 kg);
- i) thermal class of insulation if different from Class A.

If several classes of insulating material are used, the one which limits the temperature rise should be indicated.

In addition, the following information should be marked (if applicable):

- j) maximum static mechanical load;
- k) type of insulating fluid;
- l) rated filling pressure;
- m) minimum functional pressure;

- n) insulating fluid volume (or mass) contained in the voltage transformer;
- o) on transformers with secondary converters, the use of each one and its corresponding terminals.

For analogue secondary output, the following information shall be marked:

- p) rated secondary output voltage;
- q) rated burden (R_{br});
- r) rated delay time (t_{dr}), if different from 0;
- s) on voltage transformers with two or more secondary terminals, the ratings of each one (e.g. transformation ratio, accuracy class).

The rating plate of all DCVTs, where practicable, shall be readable from ground level and carry the markings given in Tables 1504 to 1506.

Table 1504 – Rating plate marking for common rating plate

Rating	Symbol	Analogue output	Digital output
Type designation		x	x
Manufacturer's name or mark		x	x
Highest voltage for equipment	U_m	x	x
Insulation level		x	x
Rated primary voltage	U_{pr}	x	x
Temperature category		x	x
Mass in kg		x	x
Thermal class of insulation		x	x
Maximum static mechanical load		x	x
Type of insulating fluid		x	x
Rated filling pressure		x	x
Minimum functional pressure			
Insulating fluid volume (or mass)		x	x

Table 1505 – Rating plate marking for each secondary converter

Rating	Symbol	Analogue output	Digital output
Accuracy class		x	x
Rated transformation ratio	K_r		x
Rated secondary output voltage	U_{sr}	x	
Rated burden	R_{br}	x	
Rated delay time	t_{dr}	x	
Maximum delay time			x

Table 1506 – Rating plate marking for auxiliary power supply

Rating	Symbol	Analogue output	Digital output
Auxiliary power supply voltage	U_{ar}	x	x
Auxiliary power supply frequency		x	x
Supply current (nominal conditions)	I_{ar}	x	x
Maximum supply current (overload conditions)	I_{amax}	x	x

All information shall be marked in an indelible manner on a rating plate securely attached to the transformer (at least the common rating plate) or to the secondary auxiliary cabinet for the secondary converter and auxiliary power supply, if present.

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 replaced by the following one:

Screw terminals are the standard interface.

For applications requesting a high bandwidth, it is preferable to use a coaxial connector. In this case, the centre pin shall correspond to the "a" terminal.

6.1501 Digital interface

Refer to the different clauses and annexes of IEC 61869-9:2016.

NOTE Digital interfaces for DC applications are still under development, and the full adequacy of IEC 61869-9 has still to be improved.

6.1502 Design requirements for DC voltage dividers

The capacitors shall comply with Subclause 6.1 of IEC 60815-1, regarding their individual insulation level.

7 Tests

7.1 General

7.1.2 List of tests

Table 10 of IEC 61869-1:2007 is replaced by the following table.

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
Polarity reversal test with partial discharge measurement	7.2.1501
Electromagnetic compatibility tests	7.2.5
Test for accuracy	7.2.6
Test for accuracy versus harmonics	7.2.1502
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
Low-voltage component voltage withstand test	7.2.601
Measurement of the step response time	7.2.1503
Routine tests	7.3
Power-frequency voltage withstand test on primary terminals	7.3.1
Partial discharge measurement	7.3.2
Power-frequency voltage withstand test between sections	7.3.3
DC applied voltage withstand test with partial discharge measurement	7.3.1501
Power-frequency voltage withstand test 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
Power-frequency voltage withstand test for low-voltage components	7.3.601
Measurement of capacitance	7.3.1502
Measurement of resistance	7.3.1503
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
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
Pollution tests	7.4.1501
Vibration tests	7.2.602
Test for accuracy on the composite signal	7.4.1502
Ageing test for R and C components	7.4.1503

7.1.3 Sequence of tests

Subclause 7.1.3 of IEC 61869-1:2007 is replaced by 7.1.3.1501 and 7.1.3.1502 .

7.1.3.1501 Sequence of type tests

The sequence of tests is not specified and may be agreed between the purchaser and the supplier.

Before starting the type test sequence, the following routine tests shall be performed:

- power-frequency voltage withstand tests on primary terminals;
- partial discharge measurement.

NOTE The partial discharge measurement is generally performed together with the power-frequency voltage withstand test.

After the type test sequence, the voltage transformer shall be subjected to all routine tests detailed in 7.3.

The DC applied voltage test may be performed before the polarity reversal test. In this case, it does not need to be repeated after the type test sequence.

7.1.3.1502 Sequence of routine tests

The sequence of tests is not specified, but the accuracy tests shall be performed after the dielectric tests.

7.2 Type tests

7.2.1 General

Subclause 7.2.1 of IEC 61869-6:2016 is applicable with the following addition:

Type tests on DCVTs are considered as valid if they have been performed on a device of comparable design, with similar specific design stresses. Evidence shall to be provided by the manufacturer.

7.2.2 Temperature rise test

Subclause 7.2.2 of IEC 61869-6:2016 is applicable with the following modifications:

The second and third paragraphs are replaced by the following ones:

For the temperature rise test, the following test methods may be used for temperature measurement:

- for gas-insulated equipment: infrared camera and gas pressure variation measurements;
- for oil-insulated equipment: infrared camera measurement.

The voltage to be applied is the highest voltage for the equipment (U_m). The test shall be continued until the temperature of the transformer has reached the steady-state temperature.

The corresponding time shall be noted on the test report.

7.2.3 Impulse voltage withstand test on primary terminals

7.2.3.2 Lightning impulse voltage test on primary terminals

Subclause 7.2.3.2.1 of IEC 61869-1:2007 is applicable to voltage transformers having U_m equal to or above 20 kV.

7.2.3.3 Switching impulse voltage test

Subclause 7.2.3.3 of IEC 61869-1:2007 is applicable to voltage transformers having U_m equal to or above 100 kV.

7.2.4 Wet test for outdoor type transformers

Subclause 7.2.4 of IEC 61869-1:2007 is applicable with the following modifications.

For voltage transformers having U_m equal to or above 100 kV, the test shall be performed with switching impulse voltage test of both polarities, with the voltage corresponding to the insulation level.

For voltage transformers having $U_m < 100$ kV, the test shall be performed with power-frequency voltage defined in 7.3.1.

7.2.5 Electromagnetic Compatibility (EMC) tests

7.2.5.1 RIV test

Subclause 7.2.5.1 of IEC 61869-1:2007 is applicable to voltage transformers having U_m equal to or above 100 kV, with the last three paragraphs replaced by the following ones:

The test shall be performed with AC power supply.

A pre-stress voltage of $1,25 \times U_m / \sqrt{2}$ shall be applied and maintained for 30 s.

The voltage shall then be decreased to $1,1 \times U_m / \sqrt{2}$ in about 10 s and maintained at this value for 30 s before measuring the radio interference voltage.

The voltage transformer shall be considered to have passed the test if the radio interference level at $1,1 \times U_m / \sqrt{2}$ is in accordance with 6.11.2.

7.2.5.2 Immunity test

Subclause 7.2.5.2 of IEC 61869-6:2016 is applicable in the case of electronic DCVTs.

7.2.6 Tests for accuracy

7.2.6.1501 General

Test circuits are given in Annex 6D of IEC 61869-6:2016 for analogue outputs and Annex 9D of IEC 61869-9:2016 for digital outputs.

To prove compliance with the specified accuracy class, the test shall be made at each value of voltage given in Table 1502, at rated burden, and at ambient temperature, unless otherwise specified.

In a first step, the accuracy shall be measured in a short time (less than 0,05 times the thermal time constant), at ambient temperature, with increasing voltages.

Then the voltage is reduced to U_{pr} and maintained up to the thermal stabilization. The accuracy is measured and the accuracy variation at U_{pr} is determined.

From this result, the accuracy variation at intermediate voltages and maximum voltage (125 %) is estimated according to the thermal characteristics of the resistors.

The errors shall be within the limits of the relevant accuracy class, both at the time the test voltage is applied and after the correction of the accuracy variation.

The accuracy variations shall be noted on the type test report, as a characteristic of the voltage divider.

The stability is considered after a period of 3 times the time constant, which shall be defined by the supplier.

For primary voltage equal to zero, the measured absolute error shall not exceed the value of the absolute error allowed at $0,05 \times U_{pr}$.

NOTE This test can be performed together with the temperature-rise test.

7.2.6.1502 Basic accuracy tests for DCVT with analogue output

For analogue output with rated delay time, it is not necessary to insert a delay time device between the reference transformer and the accuracy measurement system.

7.2.6.1503 Basic accuracy tests for DCVT with digital outputs

Subclause 7.2.6 of IEC 61869-9:2016 is applicable with replacement of the two last paragraphs by the following ones:

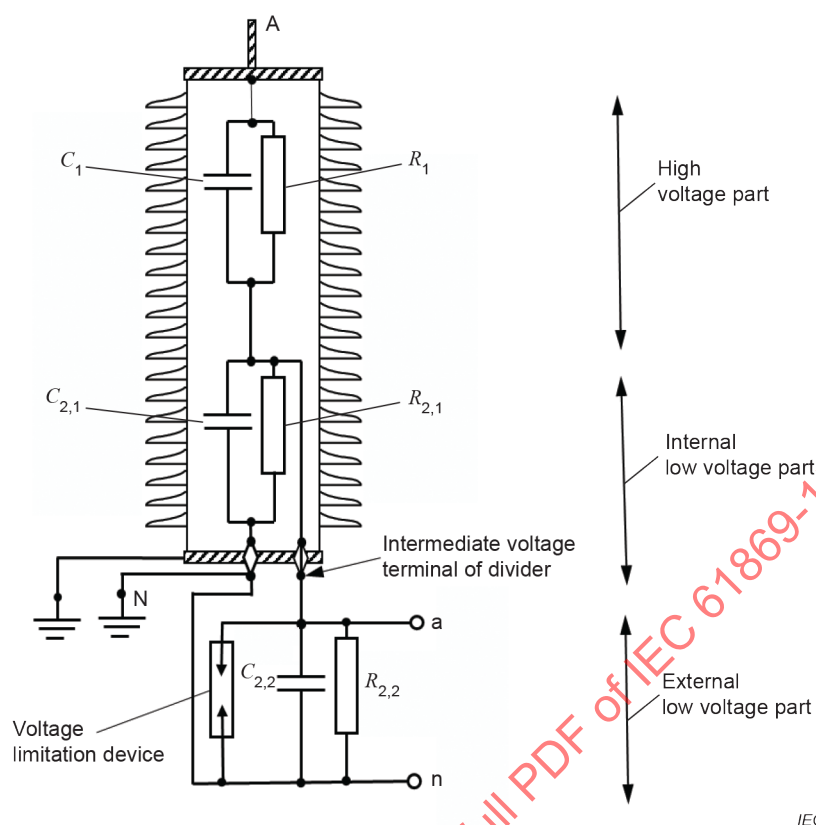
Accuracy tests shall be performed over a minimum period, during which several measurements shall be averaged. The details of the test arrangement and timing and/or bandwidth of the test system shall be provided in the accuracy test report.

The measurement period needs to be sufficient to secure the accuracy measurement considering ripple oscillations and the effect of the sampling. Time should be less than 10 s.

7.2.601 Low-voltage component voltage withstand test

Subclause 7.2.601 of IEC 61869-6:2016 is replaced by the following one:

A low-voltage component of a DCVT is the low voltage part of RC-dividers or R-dividers when placed outside the main housing, as shown in Figure 1504.



IEC

Figure 1504 – RC divider with low-voltage part outside the main housing

To test this external secondary part, five positive and five negative lightning impulses 1,2/50 μ s with the test value in accordance with 5.3.5 of IEC 61869-6:2016 shall be applied as shown in Figure 1505. The voltage limitation device shall be disconnected. This test verifies the voltage withstand of the complete external low voltage part to earth.

No insulation breakdown is permitted.

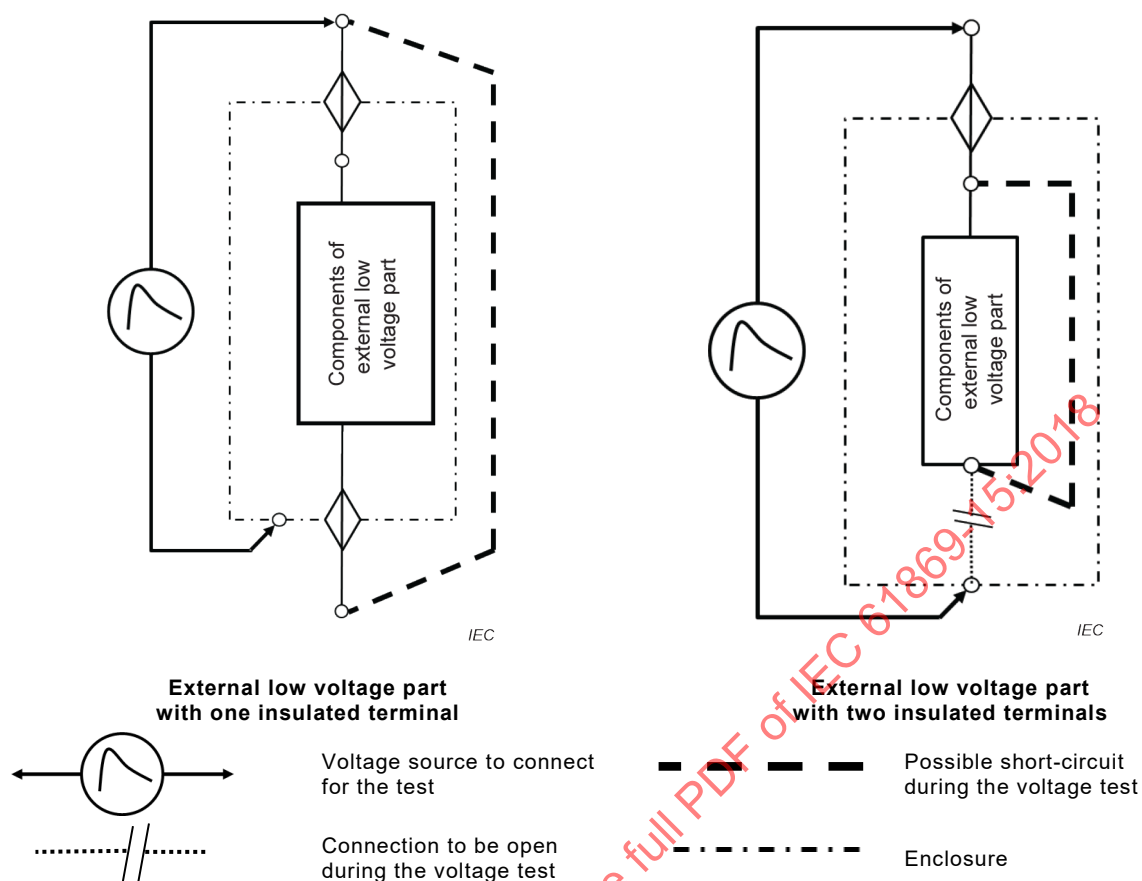


Figure 1505 – Connection for voltage withstand test of the external low voltage part of a DCVT

7.2.1501 Polarity reversal test with partial discharge measurement

This test is applicable to DCVTs having U_m equal to or above 100 kV.

If not otherwise specified, this test is not applicable to DCVTs for VSC applications.

NOTE VSC application is described in the Introduction.

During the test, the ambient temperature shall be between 10 °C and 40 °C. Before the test, the device shall be at ambient temperature.

A double polarity reversal shall be used, as shown in Figure 1506.

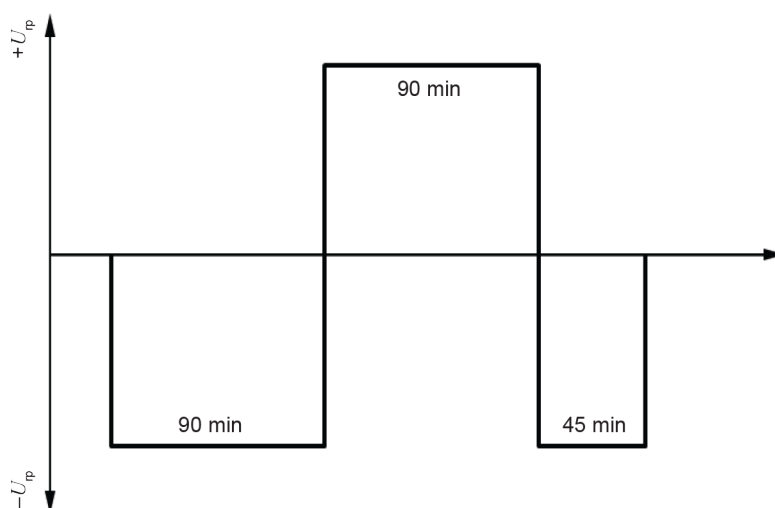


Figure 1506 – Polarity reversal test profile

No preconditioning of the insulation at lower voltage is permitted. After the DC applied voltage withstand test, the voltage transformer shall normally be earthed and completely discharged before the polarity reversal test is initiated. The time duration required for a complete discharge shall be agreed between the parties depending on the type of voltage transformer and shall be sufficient to avoid any undue influence of the trapped charges on the results of this test.

However, to save time during routine tests and upon agreement between the parties, the polarity reversal test may be initiated at any time after the DC applied voltage withstand test.

The test sequence shall include:

- 90 min at negative polarity, followed by
- 90 min at positive polarity, followed by
- 45 min at negative polarity, and
- reduction of the voltage to zero.

The time for the polarity reversal shall be as short as possible, consistent with the testing equipment, but never more than 2 min. The polarity reversal is considered as complete when the voltage has reached 100 % of the test value. The partial discharge levels shall be monitored during the entire test sequence.

Partial discharges shall be measured in accordance with IEC 60270.

The polarity reversal test voltage (U_{rp}) shall be calculated as follows:

$$U_{rp} = 1,25 \times U_m$$

The voltage transformer shall be considered to have passed the test if the following conditions are met:

- No more than 10 pulses of partial discharge with a magnitude equal to or greater than 2 000 pC are recorded during the last 30 min of the test time. Pulses that are proven to be external to the test object shall be disregarded.
- No disruptive discharges on the non-self-restoring insulation shall occur. If there is an internal breakdown, the voltage transformer shall be considered to have failed the test. It is assumed that an internal breakdown has occurred if the value of the resistance and the

capacitance of the HV part, measured after the test, differ from the values measured before the test by more than 2 %. If a flashover occurs, the test shall be repeated once only. If, during the repetition of the test, no flashover or internal breakdown occurs, the voltage transformer shall be considered to have passed the test.

7.2.1502 Tests for accuracy versus harmonics

Annex 6A of IEC 61869-6:2016 is applicable.

7.2.1503 Measurement of the step response time

The test shall be performed on the voltage transformer completely assembled. The step response test shall be performed with the rated burden and the original transmission cable, if they exist.

The primary test voltage should be the rated primary voltage and represents an impulse voltage characteristic with an accuracy of $\pm 3\%$. The step voltage can be generated by an impulse voltage generator. In case of difficulties in generating the primary signal with the specified rise time, the test procedure may be adapted, using a reduced input voltage signal, provided that the linearity of the system is proven, and the secondary signal level permits an accurate measurement.

The front time corresponds to the definitions of lightning impulse definition with a front time of 1,2 μs , with a relative tolerance of $\pm 30\%$.

The time to half value corresponds to the definitions of switching impulse definition with a time to half value of 2 500 μs , with a relative tolerance of $\pm 60\%$.

The test shall be performed one time for each polarity. Each test shall be recorded with the reference curve together with the step response curve of the test object.

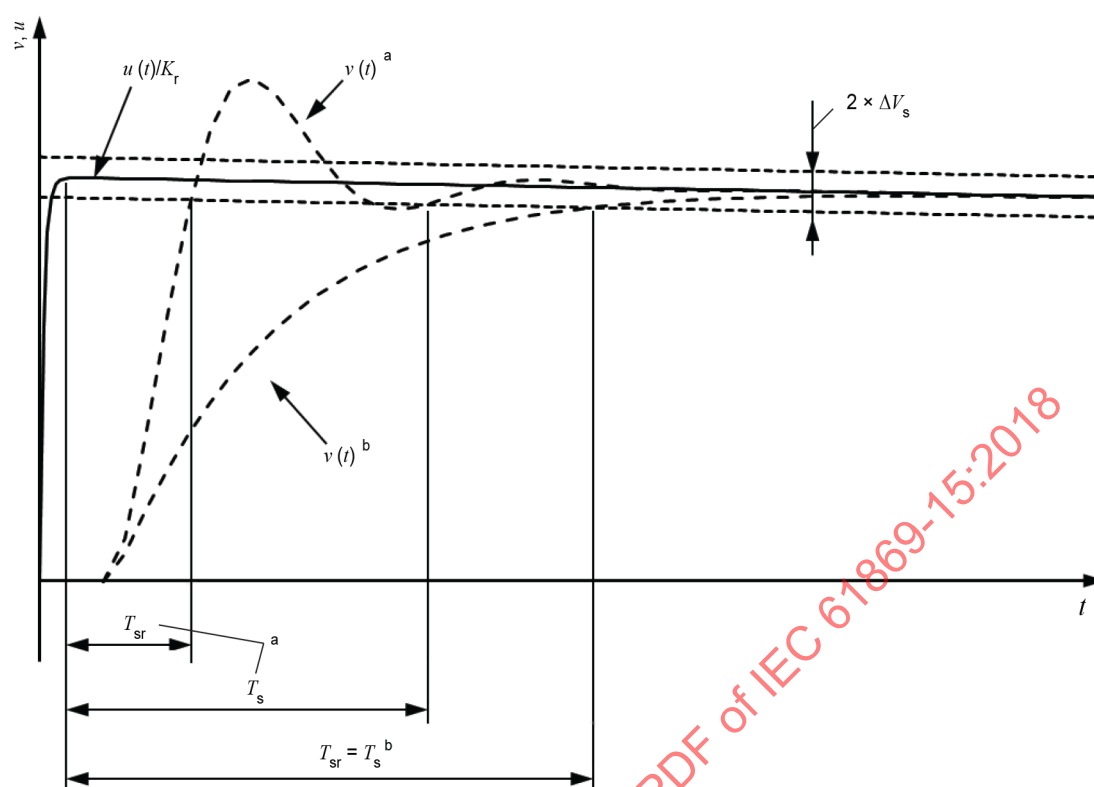
The primary voltage is measured with a reference divider. The output of the reference divider and the output voltage of the DCVT is measured with a transient recorder (see Figure 1507).

The tolerance limit ΔV_s is defined as 5 % of the steady-state value of the output signal V_∞ .

NOTE A reduced tolerance limit can be defined by agreement between the purchaser and the manufacturer.

The voltage transformer shall be considered to have passed the test if:

- the measured step response time T_{sr} is lower than the rated step response time;
- the settling time T_s is less than 10 times the rated step response time T_{sr} .



IEC

Key:

- $u(t)$ Input voltage
- $v(t)$ Output voltage of test object
- ^a For periodic behaviour
- ^b For aperiodic behaviour

Figure 1507– Measurement of the step response time**7.3 Routine tests****7.3.1 Power-frequency voltage withstand tests on primary terminals**

Subclause 7.3.1 of IEC 61869-1:2007 is replaced by the following one:

The power-frequency withstand test shall be performed in accordance with IEC 60060-1.

The test voltage is calculated as follows:

$$U_{AC} = 1,5/\sqrt{2} \times U_m$$

with a minimum value of 3 kV. The duration shall be 60 s.

Other values may be specified in the case of special applications.

NOTE In some special applications (example: some neutral voltage measurement applications), the specified test voltage can be insufficient.

Dielectric tests shall be made on a voltage transformer completely assembled, as in service.

The test voltage shall be applied between the primary terminal and the earth.

The frame and the case (if any) shall be connected to earth.

7.3.2 Partial discharge measurement

7.3.2.2 Partial discharge test procedure

Subclause 7.3.2.2 of IEC61869-1:2007 is applicable with the following addition:

NOTE For DCVTs, only Procedure A is applicable.

7.3.4 Power-frequency voltage withstand tests on secondary terminals

Subclause 7.3.4 of IEC 61869-6:2016 is applicable with the following addition:

If a low-voltage limitation device is connected to earth, it shall be disconnected during this test.

When there is an internal galvanic link between the secondary terminal "n" and ground, this test is required only as a type test. In this case, the connection between the secondary terminal "n" and ground shall be opened for the test.

7.3.5 Test for accuracy

7.3.5.1501 Basic test for accuracy

The routine tests for accuracy are in principle the same as the type tests in 7.2.6. The accuracy shall be measured in a short time (less than 0,05 times the thermal time constant), at ambient temperature. The accuracy measurement shall be adjusted with the corrections defined during the type test.

7.3.5.1502 Accuracy determination by resistance measurement

This method is applicable for a passive voltage divider. The resistances of the high and low voltage part of the voltage transformer shall be determined at low voltage with a precision resistance-measurement device.

The measurement of the low-voltage part shall include the transmitting cable.

The measurement of the resistance values shall be performed for both the positive and negative polarities of the measuring equipment source and the resistance shall be taken as the average value of these two measurements.

The resistance values shall be measured before and after the high-voltage tests.

The maximum resistance variation between the voltage measurements shall not be more than 0,2 times the limit of ratio error at U_{pr} corresponding to the accuracy class.

For the calculation of the divider ratio of the DCVT, the resistance values based on the measurements after the high-voltage tests shall be used.

Recommended test voltages for resistance measurement of the HV and LV arm are as follows:

< 100 k Ω	< 100 M Ω	< 300 M Ω	< 400 M Ω	< 700 M Ω
$U_{test} > 10 \text{ V}_{DC}$	$U_{test} > 100 \text{ V}_{DC}$	$U_{test} > 200 \text{ V}_{DC}$	$U_{test} > 250 \text{ V}_{DC}$	$U_{test} > 280 \text{ V}_{DC}$

7.3.1501 DC applied voltage withstand test with partial discharge measurement

This test is applicable to DCVTs having U_m equal to or above 20 kV.

Dielectric tests shall be performed on a voltage transformer completely assembled.

During the test, the temperature of the voltage transformer shall be between 10 °C and 40 °C.

No preconditioning of the voltage transformer at a lower voltage level is permitted and the DC voltage shall be raised to the test level within a period not exceeding 1 min. The DC voltage shall then be held for 1 h, after which the voltage shall be reduced to zero within a period not exceeding 1 min. Positive polarity shall be used.

The DC test voltage shall be calculated as follows:

$$U_{DC} = 1,5 \times U_m$$

The voltage transformer shall be considered to have passed the test if the following conditions are met:

- No more than 10 pulses of partial discharge with a magnitude equal to or greater than 2 000 pC are recorded during the last 30 min of the test. Pulses that are proven to be external to the test object shall be disregarded. If this condition is not met, then the test may be extended for 30 min, with the same criteria applying. Only one 30-min extension is allowed.
- No disruptive discharges on non-self-restoring insulation shall occur. If there is an internal breakdown, the voltage transformer shall be considered to have failed the test. It is assumed that an internal breakdown has occurred if the value of the resistance and the capacitance of the HV part, measured after the test, differ from the values previously measured by more than 2 %. If a flashover occurs, the test shall be repeated once only. If, during the repetition of the test, no flashover or puncture occurs, the voltage transformer shall be considered to have passed the test.

7.3.1502 Measurement of capacitance

For DCVTs, capacitance C_1 shall be measured at voltages of 10 % and 100 % of U_{pr} before and after the dielectric test to reveal the change in capacitance due to the puncture of one or more elements. They shall be measured at rated power frequency.

The capacitance shall be measured using a method that excludes errors due to harmonics and to accessories in the measuring circuit.

7.3.1503 Resistance measurement

For DCVTs, the resistance R_1 of the primary part shall be measured with a voltage > 100 V DC before and after the dielectric tests.

The resistance of the secondary part R_2 shall be measured before and after the dielectric tests. The DC test voltage shall have at least the same value as the rated secondary voltage, but not be higher than twice the rated secondary voltage.

This test may be replaced by the accuracy measurement in accordance with 7.3.5.1502.

7.4 Special tests

7.4.1 Chopped impulse voltage withstand test on primary terminals

Subclause 7.4.1 of IEC 61869-1:2007 is replaced by the following one:

The test is applicable to voltage transformers having U_m equal to or above 20 kV.

The test shall be carried out with negative polarity only and combined with the negative polarity lightning impulse test in the manner described below.

The voltage shall be a standard lightning impulse as defined in IEC 60060-1, chopped between 2 μ s and 5 μ s. The chopping circuit shall be so arranged that the amount of overswing of opposite polarity of the recorded impulse shall be limited to approximately 30 % of the peak value.

The test voltage of the full impulse shall be in accordance with the rated lightning impulse withstand voltage.

The chopped impulse test voltage shall be in accordance with 5.3.3.2 of IEC 61869-1:2007.

The sequence of impulse applications shall be as follows:

- one full impulse;
- two chopped impulses;
- fourteen full impulses.

After the test, the voltage transformer shall pass successfully the test for accuracy in accordance with 7.3.5.

7.4.1501 Pollution tests

7.4.1501.1 Artificial pollution test

The test is applicable to voltage transformers having U_m equal to or above 100 kV.

An artificial pollution test may be applied to voltage transformers having porcelain insulators to be used outdoors and exposed to polluted atmospheres.

If a test is deemed necessary, the specific test method to be applied and the degree of pollution severity shall be specified or agreed upon between the purchaser and the manufacturer at the time of ordering. Proposals for artificial pollution test methods are described in IEC TS 61245.

NOTE The reproducibility of artificial pollution tests on insulators, with weather sheds of silicon rubber, performed in different laboratories has not been established in a manner consistent with other standardized tests. However, further guidance will become available as research continues and when appropriate inter-laboratory comparisons are made. The problem is under consideration by the IEC.

The DC withstand test voltage shall be specified. In general, it coincides with the highest voltage for equipment. The tests are usually carried out at negative polarity.

The specified characteristics of the voltage transformer are confirmed if no flashover or puncture occurs during three consecutive individual tests performed in accordance with the specified or agreed procedure. If there is a puncture, the voltage transformer shall be considered to have failed the test. If only one flashover occurs, a fourth test shall be performed and the voltage transformer shall then be considered to have passed the test if no further flashover or puncture occurs.

7.4.1501.2 Even-wetting DC voltage test

The even-wetting test may be applied to all outdoor voltage transformers having U_m equal to or above 100 kV.

The voltage transformer shall be mounted in a manner representative of the mounting in service.

The test circuit shall be in accordance with IEC 60060-1.

The standard even-wetting test procedure described in IEC 60060-1 shall be used, except for the test duration.

Rain with different characteristics representing very light or light conductive layers on the insulator surface or having different precipitation rates may be agreed between the manufacturer and the purchaser. The rain precipitation shall be adjusted before starting the test.

The test voltage to be applied to the voltage transformer shall be equal to $1,25 U_m$.

The test voltage shall be maintained at this value for 1 h.

The voltage transformer shall be considered to have passed the test if no flashover or puncture occurs. If there is a puncture, the voltage transformer shall be considered to have failed the test. If a flashover occurs, the test shall be repeated once only, after verifying the rain conditions. The voltage transformer shall be considered to have passed the test if no further flashover or puncture occurs.

7.4.1502 Accuracy tests on the composite signal

The purpose of the test is to measure the accuracy on the DC component and on harmonic components, when supplied simultaneously.

The accuracy on the DC voltage component shall comply with the specifications of 5.6.1503, while pure sinusoidal harmonic components are supplied (one at a time) to the primary side.

The 5-kV voltage components shall be supplied with the following frequencies:

- for low-bandwidth DC applications: 100 Hz, 500 Hz, 1kHz, 1,5 kHz, 3 kHz;
- for high-bandwidth DC applications: 100 Hz, 2,5 kHz, 5 kHz, 7,5 kHz, 10 kHz, 15 kHz, 20 kHz.

The accuracy of the AC voltage components shall comply with the specifications of Annex 6A of IEC 61869-6:2016, while the rated DC primary voltage is supplied to the primary side.

NOTE Additional frequencies can be specified depending on the application.

7.4.1503 Ageing test for R and C components

This test is intended to prove that the voltage divider accuracy is not influenced by ageing.

This test shall be performed on three samples of resistance elements and a capacitor element. It consists of five cycles as follows:

- 12 h in an ambient temperature of $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- 200 h at $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ and 1,5 times the equivalent rated voltage.

After five cycles, the values shall be measured and the maximum variation shall be less than 5 % for the capacitor, and less than the maximum error corresponding to the accuracy class for the resistor.

Annex 15A (informative)

Proposed rated insulation level applicable to voltage transformers for DC application

Insulation coordination for HVDC systems is currently under consideration by the IEC.

However, instrument transformer manufacturers need references for the design and testing of their devices.

For AC and DC applied dielectric tests, test voltage is defined in 7.2 and 7.3.

The present annex proposes a test voltage for impulse tests, based on generally adopted system voltages and test voltages. These are indicative values, and system designers could be forced to define other insulation levels, based on specific insulation coordination conditions.

For a system voltage below 200 kV, too many applications exist and it is not possible to define any standard values. Insulation levels shall be defined by the system designer.

After publication of the rated system voltages and rated insulation levels, the present annex will be disregarded.

**Table 15A.1 – Proposed rated primary terminal insulation
levels for voltage transformers for DC application**

Rated system voltage kV	Highest voltage for equipment U_m kV	Rated lightning impulse withstand voltage (peak) kV	Rated switching withstand voltage (peak) kV
200	210	500	390
250	262	750	650
320	336	900 750 660 ^a	650 612 -- ^a
400	412	1 175 790 ^a	950 760 ^a
500	515	1 425 1 300 ^a	1 175 1 360 ^a
600	617	1 650 2 100	1 280 1 675
800	816	1 950 2 300	1 600 1 800
1 100	1 120	2 300	2 100
^a cable connection			

Bibliography

IEC 60050-351:2013, *International Electrotechnical Vocabulary – Part 351: Control technology*

IEC 60050-351:2013/AMD1:2016

IEC 60050-471:2007, *International Electrotechnical Vocabulary – Part 471: Insulators*

IEC 60050-471:2007/AMD1:2015

IEC 60358-1:2012, *Coupling capacitors and capacitor dividers – Part 1: General rules*

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61869-15:2018

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	37
INTRODUCTION.....	41
1 Domaine d'application	43
2 Références normatives	43
3 Termes, définitions, termes abrégés et symboles	43
5 Caractéristiques assignées.....	47
6 Conception et construction	50
7 Essais	55
Annexe 15A (informative) Proposition de niveau d'isolement assigné applicable aux transformateurs de tension pour courant continu.....	70
Bibliographie.....	71
Figure 1501 – Position du transformateur de tension à courant continu dans le schéma du courant continu	41
Figure 1502 – Réponses à un échelon types d'un système	45
Figure 1503 – Limites de précision d'un transformateur de tension à courant continu	50
Figure 1504 – Diviseur RC dont la partie à basse tension est en dehors du boîtier principal.....	60
Figure 1505 – Connexion pour un essai de tenue en tension de la partie externe à basse tension d'un transformateur de tension à courant continu	61
Figure 1506 – Profil d'essai d'inversion de polarité	62
Figure 1507 – Mesure du temps de réponse à un échelon	64
Tableau 1501 – Tension sur les transformateurs de tension à courant continu	42
Tableau 3 – Tensions d'essai de décharge partielle et niveaux admissibles	48
Tableau 1502 – Limites de l'erreur de rapport des transformateurs de tension à courant continu (classes de 0,1 à 3)	49
Tableau 7 – Charges d'essai de tenue statique	51
Tableau 8 – Durée de défaut d'arc et critères de performance	52
Tableau 1503 – Marquage des bornes	53
Tableau 1504 – Marquage de plaque signalétique – plaque signalétique commune	54
Tableau 1505 – Marquage de plaque signalétique pour chaque convertisseur secondaire	54
Tableau 1506 – Marquage de plaque signalétique pour alimentation auxiliaire.....	55
Tableau 10 – Liste des essais.....	56
Tableau 15A.1 – Propositions de niveaux assignés d'isolement des bornes primaires pour les transformateurs de tension pour courant continu	70

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

TRANSFORMATEURS DE MESURE –

**Partie 15: Exigences supplémentaires concernant
les transformateurs de tension pour application en courant continu**

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 61869-15 a été établie par le comité d'études 38 de l'IEC: Transformateurs de mesure.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
38/561/FDIS	38/566/RVD

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

Ce document a été rédigé selon les Directives ISO/IEC, Partie 2.

Une liste de toutes les parties de la série IEC 61869, publiées sous le titre général *Transformateurs de mesure*, peut être consultée sur le site web de l'IEC.

La présente Partie 15 doit être utilisée 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*. Le lecteur est toutefois encouragé à utiliser l'édition la plus récente.

La présente Partie 15 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 de la Partie 1 ou de la Partie 6 n'est pas mentionné dans la présente Partie 15, ledit paragraphe s'applique. Lorsque la présente norme spécifie "addition", "modification" ou "remplacement", le texte correspondant de la Partie 1 ou de 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 1501 s'ajoutent à ceux de la Partie 1 et de la Partie 6;
- les annexes supplémentaires sont numérotées 15A, 15B, etc.

Une vue d'ensemble de la série de normes prévue à la date de publication du présent document est donnée ci-dessous. La liste à jour des normes publiées par le CE 38 de l'IEC est disponible sur le site web: www.iec.ch.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61869-15:2018

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

Le comité a décidé que le contenu de ce document 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 au document recherché. A cette date, le document sera

- reconduit,
- supprimé,
- remplacé par une édition révisée, ou
- amendé.

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 61869-15:2018

INTRODUCTION

Le présent document s'applique aux transformateurs de tension destinés à être utilisés dans les applications en courant continu comportant les fonctions suivantes:

- mesurer une tension continue (avec des harmoniques élevées);
- assurer la tenue diélectrique à la tension continue.

Il existe aujourd'hui deux principales technologies de convertisseur de courant continu: les convertisseurs commutés par le réseau (LCC, Line-Commutated Converter) et les convertisseurs de source de tension (VSC, Voltage Source Converter)

- Les convertisseurs commutés par le réseau (LCC) sont basés sur les convertisseurs à thyristor. Ils se caractérisent par un flux de courant unidirectionnel et la possibilité d'inverser la polarité de la tension. Des harmoniques de tension et de courant élevées existent jusqu'à des fréquences d'environ 3 kHz à 4 kHz.
- Les convertisseurs de source de tension (VSC) sont basés sur les convertisseurs à transistor. Ils se caractérisent par un flux de courant bidirectionnel et une polarité de tension unique. Des harmoniques de tension et de courant élevées existent jusqu'à des fréquences d'environ 20 kHz.

La position du transformateur de tension dans le système à courant continu est présentée à la Figure 1501.

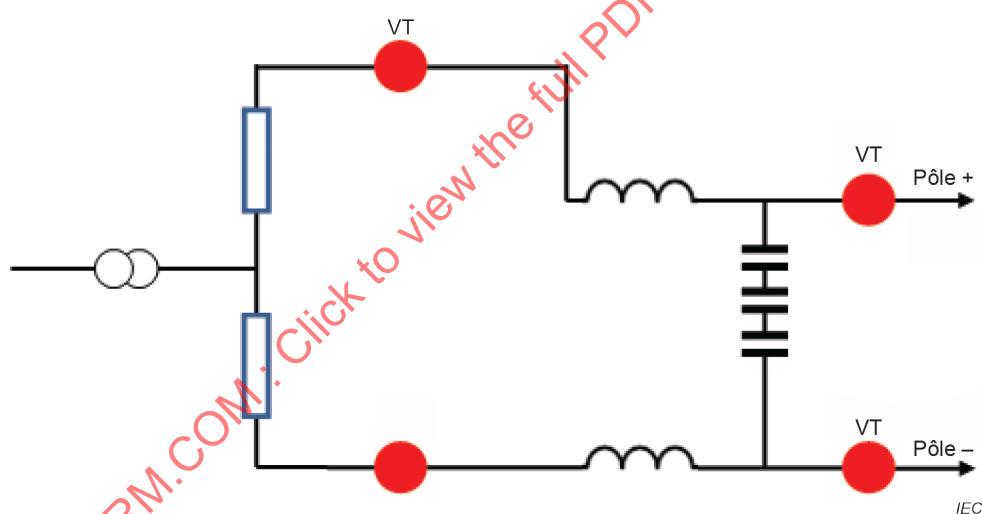


Figure 1501 – Position du transformateur de tension dans le schéma du courant continu

Le Tableau 1501 donne une vue d'ensemble de la forme d'onde de la tension, ainsi que des principales caractéristiques du transformateur de tension.

Tableau 1501 – Tension sur les transformateurs de tension à courant continu

Tension	Caractéristiques
	Applications en courant continu pur Mesure d'une grande précision Mesure des harmoniques Utilisé à des fins de mesure, de commande et de protection

La technologie actuellement utilisée pour les transformateurs de tension pour application en courant continu est le diviseur de tension résistif (avec ou sans capacité supplémentaire). Toutefois, d'autres technologies pourraient être utilisées à l'avenir (par exemple des capteurs de tension optiques).

Le présent document contient certaines exigences spécifiques applicables aux diviseurs de tension résistifs, mais qui peuvent s'appliquer à n'importe quelle technologie.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61869-15:2018

TRANSFORMATEURS DE MESURE –

Partie 15: Exigences supplémentaires concernant les transformateurs de tension pour application en courant continu

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 61869 couvre toutes les exigences particulières concernant les transformateurs de tension utilisés dans les applications en courant continu, quelle que soit la technologie utilisée. Le signal de sortie peut être analogique ou numérique.

Elle s'applique aux transformateurs de tension fabriqués récemment et utilisés pour des applications de mesure, de protection et/ou de commande sur des systèmes d'alimentation électrique en courant continu dont la tension assignée est supérieure à 1,5 kV.

Le présent document couvre les diviseurs de tension passifs et les transformateurs de tension actifs utilisés à des fins de mesure, de commande et de protection.

La configuration générale d'un transformateur de mesure de faible puissance unipolaire est décrite à la Figure 601 de l'IEC 61869-6:2016.

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).

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

IEC TS 60815-4:2016, *Selection and dimensioning of high-voltage insulators intended for use in polluted conditions – Part 4: Insulators for DC systems* (disponible en anglais seulement)

IEC TS 61245, *Artificial pollution tests on high-voltage ceramic and glass insulators to be used on DC systems* (disponible en anglais seulement)

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

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

IEC 61869-9:2016, *Transformateurs de mesure – Partie 9: Interface numérique des transformateurs de mesure*

3 Termes, définitions, termes abrégés et symboles

Pour les besoins du présent document, les termes et les définitions de L'Article 3 de l'IEC 61869-1:2007, de l'IEC 61869-6:2016 et de l'IEC 61869-9:2016 s'appliquent, avec les ajouts et modifications suivants.

L'ISO et l'IEC tiennent à jour des bases de données terminologiques destinées à être utilisées en normalisation, consultables aux adresses suivantes:

- IEC Electropedia: disponible à l'adresse <http://www.electropedia.org/>
- ISO Online browsing platform: disponible à l'adresse <http://www.iso.org/obp>

3.1 Définitions générales

3.1.1501

transformateur de mesure pour application en courant continu

transformateur de mesure destiné à être utilisé dans les applications en courant continu comportant au moins l'une des fonctions suivantes:

- mesurer du courant continu ou de la tension continue (avec des harmoniques élevées);
- assurer la tenue diélectrique à une tension continue.

3.1.1502

transformateur de tension pour application en courant continu

DCVT

transformateur de mesure pour application en courant continu dans lequel le signal secondaire, dans des conditions normales d'utilisation, est sensiblement proportionnel à la tension primaire

3.2 Définitions relatives aux caractéristiques diélectriques assignées

3.2.2

tension la plus élevée pour le matériel

U_m

La définition 3.2.2 de l'IEC 61869-1:2007 est remplacée par la définition suivante:

valeur de tension continue la plus élevée compatible avec un fonctionnement continu de l'équipement, compte tenu de son isolement et des autres caractéristiques relatives à cette tension

3.3 Définitions relatives aux caractéristiques assignées de courant

3.3.1501

courant de crête maximal de défaut

I_{sc}

valeur de crête maximale du courant observée au cours d'une condition de défaut du système électrique à courant continu

3.4 Définitions relatives à la précision

3.4.1501

erreur absolue

ε_V

erreur (exprimée en V) introduite dans la mesure par un transformateur de tension et qui découle du fait que le rapport de transformation réel n'est pas égal au rapport de transformation assigné

Note 1 à l'article: L'erreur absolue est définie par la formule suivante:

$$\varepsilon_V = K_r \cdot U_s - U_p$$

où

K_r est le rapport de transformation assigné;

U_p est la valeur en courant continu de la tension primaire réelle en régime établi;

U_s est la valeur en courant continu de la tension de sortie.

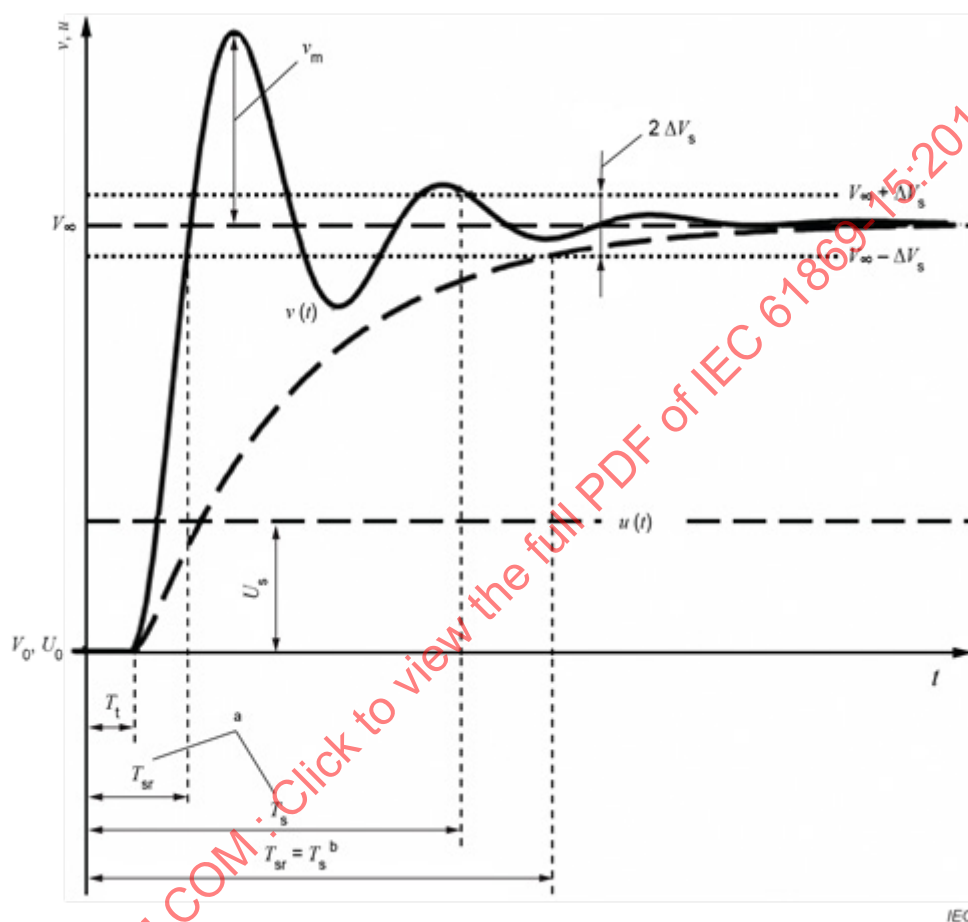
3.5 Définitions relatives aux autres caractéristiques assignées

3.5.1501

réponse à un échelon

durée comprise entre l'instant où le mesurande (ou la grandeur fournie) subit un changement brusque spécifié et l'instant où l'indication (ou la grandeur fournie) atteint, et se maintient dans une plage de limites spécifiées autour de sa valeur finale, en régime établi

Note 1 à l'article: Voir l'explication sous forme graphique à la Figure 1502.



a Pour un comportement périodique

b Pour un comportement apériodique

u	variable d'entrée
U_0	valeur initiale de la variable d'entrée
U_s	hauteur d'échelon de la variable d'entrée
v	variable de sortie
V_0, V_∞	valeurs en régime établi avant et après application de l'échelon
v_m	taux de dépassement
$2 \Delta v_s$	limite de tolérance spécifiée
T_{sr}	temps de réponse à un échelon
T_s	durée d'établissement
T_t	temps mort

Figure 1502 – Réponses à un échelon types d'un système

Note 2 à l'article: Le temps mort inclut le temps de retard.

[SOURCE: IEC 60050:2001, 311-06-04 et IEC 60050-351:2013, 351-45-27, modifiés – Les Notes à l'article des sources ont été supprimées et une nouvelle Note 1 à l'article a été ajoutée.]

3.5.1502

temps de réponse à un échelon

T_{sr}

pour une réponse à un échelon, durée de l'intervalle de temps compris entre l'instant où une variation en échelon est appliquée à une variable d'entrée, et l'instant où la variable de sortie atteint pour la première fois un pourcentage spécifié de la différence entre ses valeurs finale et initiale de régime établi

Note 1 à l'article: Le temps de réponse à un échelon inclut le temps de retard du transformateur de tension.

[SOURCE: IEC 60050-351:2013, 351-45-36, modifié – La Note 1 à l'article de la source a été supprimée et une nouvelle Note 1 à l'article a été ajoutée; le symbole a été ajouté.]

3.5.1503

durée d'établissement

T_s

pour une réponse à un échelon, durée de l'intervalle de temps compris entre l'instant où une variation en échelon est appliquée à une variable d'entrée, et l'instant où la différence entre la réponse à un échelon et sa valeur en régime établi se maintient à un niveau inférieur à la tolérance de la valeur transitoire

Note 1 à l'article: La durée d'établissement inclut le temps de retard du transformateur de tension.

[SOURCE: IEC 60050-351:2013, 351-45-37, modifié – La Note 1 à l'article de la source a été supprimée et une nouvelle Note 1 à l'article a été ajoutée; le symbole a été ajouté.]

3.5.1504

taux de dépassement

v_m

pour une réponse à un échelon d'un élément de transfert, l'écart transitoire maximal par rapport à la valeur de régime établi final de la variable de sortie, habituellement exprimé en pourcentage de la différence entre les valeurs finale et initiale de régime établi; pour la réponse à un échelon de la variable de référence ou pour la réponse à un échelon de la variable perturbatrice d'un système de commande, l'écart transitoire maximal par rapport à la valeur souhaitée

[SOURCE: IEC 60050-351:2013, 351-45-38, modifié – La Note 1 à l'article a été supprimée et le symbole a été remplacé.]

3.7 Index des termes abrégés et des symboles

Le tableau du 3.7 de l'IEC 61869-6:2016 est remplacé par le tableau suivant.

DCVT	transformateur de tension pour application en courant continu
F	charge mécanique
I_{amax}	courant d'alimentation maximal
I_{ar}	courant d'alimentation assigné
I_{sc}	courant de crête maximal de défaut
IT	transformateur de mesure
K	rapport de transformation réel
K_r	rapport de transformation assigné
R_{br}	charge assignée
t_d	temps de retard

t_{dr}	temps de retard assigné
T_s	durée d'établissement
T_{sr}	temps de réponse à un échelon
T_t	temps mort (dead-time)
U_{ar}	tension d'alimentation auxiliaire
U_m	tension la plus élevée pour le matériel
U_{pr}	tension primaire assignée
U_{sr}	tension secondaire assignée
v_m	taux de dépassement
ε	erreur de rapport
ε_V	erreur absolue

5 Caractéristiques assignées

5.1 Généralités

Le Paragraphe 5.1 de l'IEC 61869-1:2007 est remplacé par le paragraphe suivant:

Le cas échéant, les caractéristiques assignées des DCVT, y compris celles de leur équipement auxiliaire, doivent être choisies dans la liste suivante::

- tension la plus élevée pour le matériel (U_m);
- tension primaire assignée (U_{pr});
- temps de retard assigné (t_{dr});
- tension secondaire assignée (U_{sr});
- niveau d'isolement;
- charge assignée (R_{br});
- classe de précision assignée;
- temps de réponse à un échelon (T_{sr}).

Les caractéristiques assignées s'appliquent aux conditions atmosphériques normalisées de référence (température 20 °C, pression 101,3 kPa et humidité 11 g/m³) spécifiées dans l'IEC 60071-1.

NOTE Les caractéristiques assignées sont définies par l'acheteur en fonction des caractéristiques de l'application de l'ensemble du système à courant continu.

5.2 Tension la plus élevée pour le matériel

Il n'existe pas de valeur normalisée pour la tension continue maximale de l'équipement.

Toutefois, une liste de valeurs normalisées est proposée en Annexe 15A.

5.3 Niveaux d'isolement assignés

5.3.1 Généralités

Le Paragraphe 5.3.1 de l'IEC 61869-1:2007 est remplacé par le paragraphe suivant:

Les valeurs standards de niveaux d'isolement de la CEI 60071-1 ne sont pas applicables aux systèmes à courant continu.

Des méthodes permettant de calculer les tensions d'essai diélectrique sont présentées dans les articles correspondants du présent document.

En outre, des indications concernant les valeurs de tension de tenue aux chocs sont données en Annexe 15A.

5.3.3 Autres exigences pour l'isolation des bornes primaires

5.3.3.1 Décharges partielles (PD)

Le Paragraphe 5.3.3.1 de l'IEC 61869-1:2007 est remplacé par le paragraphe suivant:

Le niveau de décharge partielle mesuré lors de l'essai de tenue en tension à fréquence industrielle ne doit pas dépasser les limites spécifiées dans le Tableau 3.

Tableau 3 – Tensions d'essai de décharge partielle et niveaux admissibles

Tension d'essai de PD (efficace) kV	Niveau de PD admissible maximal pC	
	Type d'isolation	
	immergé dans du liquide ou du gaz	solide
1,5 $U_m/\sqrt{2}$	10	50
1,2 $U_m/\sqrt{2}$	5	20

5.4 Fréquence assignée

Le Paragraphe 5.4 de l'IEC 61869-1:2007 est remplacé par le paragraphe suivant:

La fréquence assignée est égale à 0 (courant continu).

5.5 Caractéristiques de sortie assignée

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

Le Paragraphe 5.5.602 de l'IEC 61869-6:2016 est remplacé par le paragraphe suivant:

Les valeurs normalisées du temps de retard assigné sont les suivantes:

$$5 \mu s - 25 \mu s - 100 \mu s$$

Dans le cas d'un transformateur de tension à courant continu purement passif, le temps de retard assigné est nul.

5.5.1501 Valeurs normalisées de la tension secondaire assignée

Les valeurs normalisées de la tension continue secondaire assignée sont:

$$5 V - 10 V - 50 V$$

5.6 Classe de précision assignée

5.6.1501 Désignation de la classe de précision

La classe de précision est désignée par le pourcentage d'erreur de tension le plus élevé admis pour la tension primaire assignée et avec la charge assignée. Une représentation graphique des limites d'erreur est présentée à la Figure 1503.

5.6.1502 Classes de précision normalisées

Les classes de précision normalisées sont les suivantes:

0,1 – 0,2 – 0,5 – 1 – 3

5.6.1503 Limites de l'erreur de rapport

L'erreur de rapport pour la composante continue, mesurée au niveau des bornes secondaires, ne doit pas dépasser les valeurs données dans le Tableau 1502, exprimées en pourcentage de la tension mesurée.

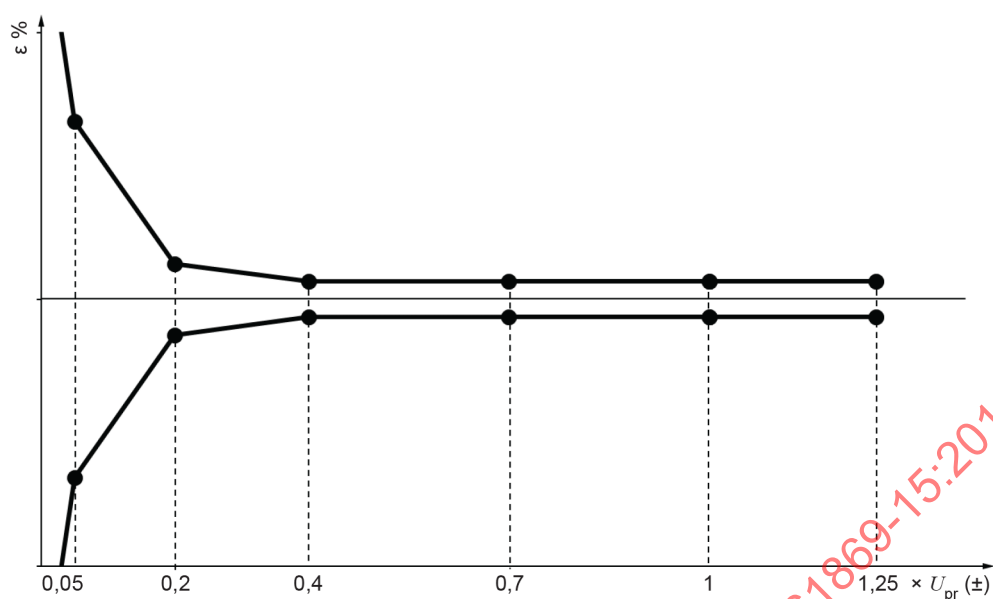
La précision doit être garantie pour l'ensemble de la gamme de températures, pour les parties du transformateur de tension situées en extérieur et en intérieur et pour les deux polarités.

Tableau 1502 – Limites de l'erreur de rapport des transformateurs de tension à courant continu (classes de 0,1 à 3)

Classe de précision	Erreur de rapport					
	± %					
	à la valeur (%) de la tension assignée					
	5	20	40	70	100	125
0,1	1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1
0,2	2	0,4	0,2	0,2	0,2	0,2
0,5	3,5	1	0,5	0,5	0,5	0,5
1	5	2	1	1	1	1
3	10	5	3	3	3	3

Pour une tension inférieure à 5 % de la tension assignée, l'erreur absolue ε_V ne doit pas augmenter au-delà de la valeur existant à 5 % de la tension assignée.

NOTE Cette exigence doit permettre de prendre en compte une valeur d'erreur minimale due à la tension de décalage et au bruit.



IEC

Figure 1503 – Limites de précision d'un transformateur de tension à courant continu

5.6.1504 Exigences de précision pour la mesure des harmoniques

Le présent paragraphe s'applique aux mesures de l'ondulation de la tension continue.

Lorsque cela est exigé, le Paragraphe 6A.4.3 de l'IEC 61869-6:2016 s'applique.

5.1501 Temps de réponse à un échelon

Les valeurs normalisées du temps de réponse à un échelon sont les suivantes:

25 μ s – 100 μ s – 500 μ s

6 Conception et construction

6.6 Exigences relatives à l'isolation externe

6.6.1 Pollution

Le Paragraphe 6.6.1 de l'IEC 61869-1:2007 est remplacé par le paragraphe suivant:

Le présent paragraphe s'applique aux transformateurs de tension dont la valeur U_m est égale ou supérieure à 20 kV.

L'acheteur doit spécifier la ligne de fuite minimale ou la ligne de fuite spécifique unifiée (USCD, unified specific creepage distance) minimale (voir l'IEC TS 60815-4:2016), ou bien la sévérité de pollution sur le site à courant continu.

La ligne de fuite nécessaire doit être déterminée à partir de la ligne de fuite spécifique unifiée à l'aide de la formule suivante:

$$USCD \times U_m$$

où USCD est la ligne de fuite spécifique unifiée nominale minimale (mm/kV), voir IEC 60050-471:2007, 471-01-16.

Pour les transformateurs de tension pour l'intérieur, la valeur de ligne de fuite spécifique unifiée minimale doit être de 14 mm/kV.

Pour les transformateurs de tension pour l'extérieur, si des essais de pollution artificielle sont exigés, ils doivent être réalisés conformément au 7.4.1501.

NOTE Les valeurs de ligne de fuite spécifique unifiée pour les transformateurs de tension pour l'extérieur sont traitées dans l'IEC TS 60815-4:2016. Ces valeurs sont fortement dépendantes du matériau de l'isolateur. D'autres facteurs relatifs au profil et au matériau de l'isolateur sont également spécifiés.

6.7 Exigences mécaniques

Le Paragraphe 6.7 de l'IEC 61869-1:2007 est remplacé par le paragraphe suivant:

La charge statique exigée à laquelle les transformateurs de tension doivent pouvoir résister est indiquée dans le Tableau 7. Les figures incluent les charges dues au vent et à la glace.

Les charges d'essai spécifiées sont destinées à être appliquées dans n'importe quelle direction au niveau des bornes primaires.

Tableau 7 – Charges d'essai de tenue statique

Tension la plus élevée pour le matériel, U_m kV	Charge d'essai de tenue statique, F N
	Transformateurs de tensions
Jusqu'à 100	500
entre 100 et 300	1 000
entre 300 et 500	1 250
> 500	1 500

Il convient que la somme des charges qui agissent dans des conditions d'exploitation habituelles n'excède pas 50 % de la charge d'essai de tenue spécifiée.

Dans certaines applications, il convient que les transformateurs de tension équipés de bornes à courants traversants supportent des charges dynamiques extrêmes rares (par exemple, des courts-circuits) qui n'excèdent pas 1,4 fois la charge d'essai statique.

Pour certaines applications, il peut être nécessaire d'établir la résistance à la rotation des bornes primaires. Le moment à appliquer pendant l'essai est convenu entre le fabricant et l'acheteur.

6.8 Chocs coupés multiples sur les bornes primaires

Le Paragraphe 6.8 de l'IEC 61869-1:2007 est remplacé par le paragraphe suivant:

Si cela est spécifié en complément, les bornes primaires des transformateurs de tension immergés dans l'huile dont la valeur U_m est égale ou supérieure à 100 kV doivent résister aux chocs coupés multiples conformément au 7.4.2 de l'IEC 61869-1:2007.

NOTE Les exigences et les essais sont relatives au comportement des écrans internes et des raccordements transportant des courants transitoires à haute fréquence. L'essai peut également être appliqué aux caractéristiques assignées inférieures à ce niveau.

6.9 Exigences relatives à la protection contre les défauts d'arc internes

Le Paragraphe 6.9 de l'IEC 61869-1:2007 est remplacé par le paragraphe suivant:

Ces exigences s'appliquent aux transformateurs de tension immergés dans l'huile et à isolation gazeuse dont la valeur U_m est égale ou supérieure à 100 kV, dont la classe de protection de défauts d'arc internes est spécifiée en complément.

Si cela est spécifié en complément, le transformateur de mesure doit pouvoir résister à un arc interne dont le courant et la durée ont été spécifiés.

Le courant appliqué est un courant sinusoïdal symétrique. La valeur efficace du courant est la suivante:

$$I_{sc}/\sqrt{2}$$

La durée de défaut d'arc doit être définie conformément au Tableau 8.

La conformité à ces exigences doit être considérée comme respectée si l'essai décrit en 7.4.6 de l'IEC 61869-1:2007 est validé par le transformateur de mesure.

Tableau 8 – Durée de défaut d'arc et critères de performance

Etape de la protection	Durée de défaut d'arc s	Protection de défaut d'arc interne de classe I	Protection de défaut d'arc interne de classe II
1	0,2	Rupture de l'enveloppe et feu autorisés, mais toutes les parties projetées à maintenir dans la zone de confinement	Aucun effet externe autre que le fonctionnement du dispositif limiteur de pression approprié
2	0,5		Aucune fragmentation (enveloppe percée ou incendie acceptable)

6.11 Compatibilité électromagnétique (CEM)

6.11.1 Exigence relative aux perturbations radioélectriques (RIV, radio interference voltage)

Le Paragraphe 6.11.2 de l'IEC 61869-1:2007 est remplacé par le paragraphe suivant:

L'exigence relative aux perturbations radioélectriques s'applique aux transformateurs de tension dont la valeur U_m est égale ou supérieure à 100 kV et qui doivent être installés dans les postes à isolation par air.

Au cours de l'essai en tension à fréquence industrielle, la tension des perturbations radioélectriques ne doit pas dépasser 2 500 μ V à $1,1 \times U_m / \sqrt{2}$.

NOTE Cette exigence est introduite pour satisfaire à certaines réglementations en matière de compatibilité électromagnétique.

6.13 Marquages

6.13.1501 Marquage des bornes

Le marquage doit identifier:

- a) les bornes primaires et secondaires;
- b) la polarité relative des bornes.

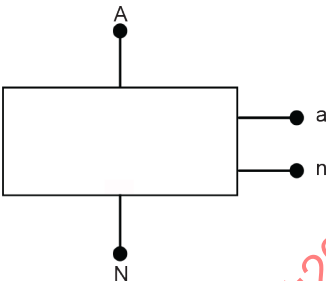
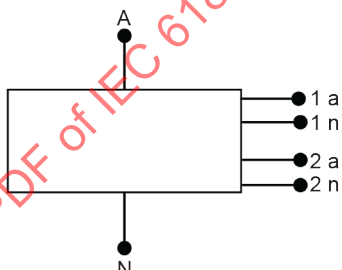
6.13.1502 Mode de marquage

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 sur la surface du transformateur de tension à courant continu ou à proximité immédiate des bornes.

6.13.1503 Marquage des bornes

Le marquage des bornes doit être conforme au Tableau 1503.

Tableau 1503 – Marquage des bornes

Borne de ligne primaire Bornes secondaires Borne de terre primaire	 IEC Transformateur de tension à courant continu à une sortie secondaire
Borne de ligne primaire Bornes secondaires Borne de terre primaire	 IEC Transformateur de courant continu à deux sorties secondaires

6.13.1504 Marquage des plaques signalétiques

Le Paragraphe 6.13 de l'IEC 61869-1:2007 et de l'IEC 61869-6:2016 est remplacé par le paragraphe suivant:

Tous les transformateurs de tension doivent comporter au moins les marquages suivants:

- nom du fabricant ou toute autre marque qui peut être facilement identifiée;
- année de fabrication et numéro de série ou désignation type, de préférence les deux;
- tension la plus élevée pour le matériel (U_m);
- niveau d'isolement;
- tension primaire assignée (U_{pr});
- classe de précision;

Lorsque le transformateur de mesure est destiné à mesurer le courant continu et le courant alternatif, la précision relative à chaque application doit être indiquée de manière distincte.

- catégorie de température;
- masse en kg (lorsque ≥ 25 kg);
- classe thermique d'isolation si différente de la Classe A.

Si plusieurs classes de matériaux d'isolation sont utilisées, il convient que celle qui limite l'échauffement soit indiquée.

En outre, il convient d'indiquer les informations suivantes (si applicable):

- j) charge mécanique statique maximale;
- k) type de fluide isolant;
- l) pression assignée de remplissage;
- m) pression de service minimale;
- n) volume du fluide isolant (ou masse) contenu dans le transformateur de tension;
- o) pour les transformateurs équipés de convertisseurs secondaires, l'utilisation de chacun et des bornes correspondantes.

Pour une sortie secondaire analogique, les informations suivantes doivent être fournies:

- p) tension de sortie secondaire assignée;
- q) charge assignée (R_{br});
- r) temps de retard assigné (t_{dr}), si différent de 0;
- s) pour les transformateurs de tension équipés d'au moins deux sorties secondaires, les caractéristiques assignées de chacune (ex: rapport de transformation, classe de précision).

La plaque signalétique de l'ensemble des transformateurs de tension à courant continu doit, dans la mesure du possible, être lisible au niveau du sol et porter les marquages indiqués dans les Tableaux 1504 à 1506.

Tableau 1504 – Marquage de plaque signalétique – plaque signalétique commune

Caractéristiques assignées	Symbole	Sortie analogique	Sortie numérique
Désignation type		x	x
Nom du fabricant ou sa marque de fabrique		x	x
Tension la plus élevée pour le matériel	U_m	x	x
Niveau d'isolement		x	x
Tension primaire assignée	U_{pr}	x	x
Catégorie de température		x	x
Masse en kg		x	x
Classe thermique d'isolation		x	x
Charge mécanique statique maximale		x	x
Type de fluide isolant		x	x
Pression assignée de remplissage		x	x
Pression de service minimale			
Volume du fluide isolant (ou masse)		x	x

Tableau 1505 – Marquage de plaque signalétique pour chaque convertisseur secondaire

Caractéristiques assignées	Symbole	Sortie analogique	Sortie numérique
Classe de précision		x	x
Rapport de transformation assigné	K_r		x
Tension de sortie secondaire assignée	U_{sr}	x	
Charge assignée	R_{br}	x	
Temps de retard assigné	t_{dr}	x	
Temps de retard maximal			x

Tableau 1506 – Marquage de plaque signalétique pour alimentation auxiliaire

Caractéristiques assignées	Symbole	Sortie analogique	Sortie numérique
Tension d'alimentation auxiliaire	U_{ar}	x	x
Fréquence d'alimentation auxiliaire		x	x
Courant d'alimentation (conditions nominales)	I_{ar}	x	x
Courant d'alimentation maximal (conditions de surcharge)	I_{amax}	x	x

Toutes les informations doivent être indiquées de manière indélébile sur une plaque signalétique fixée solidement sur le transformateur (au moins pour la plaque signalétique commune) ou sur l'armoire auxiliaire secondaire du convertisseur secondaire et de l'alimentation auxiliaire, le cas échéant.

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

6.602.1 Connecteurs

Le Paragraphe 6.602.1 de l'IEC 61869-6:2016 est remplacé par le paragraphe suivant:

Les bornes à serrage sous tête de vis sont l'interface normalisée.

Pour les applications exigeant une bande passante élevée, il est préférable d'utiliser un connecteur coaxial. Dans ce cas, la broche centrale doit correspondre à la borne "a".

6.1501 Interface numérique

Se reporter aux différents articles et annexes de l'IEC 61869-9:2016.

NOTE Les interfaces numériques destinées aux applications en courant continu sont toujours en cours de développement et le contenu de l'IEC 61869-9 est toujours en cours d'amélioration.

6.1502 Exigences de conception pour les diviseurs de tension en courant continu

Les condensateurs doivent être conformes au Paragraphe 6.1 de l'IEC 60815-1 pour ce qui est de leur niveau d'isolement individuel.

7 Essais

7.1 Généralités

7.1.2 Liste des essais

Le Tableau 10 de l'IEC 61869-1:2007 est remplacé par le tableau 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
Essai d'inversion de polarité avec mesure de décharges partielles	7.2.1501
Essais de compatibilité électromagnétique	7.2.5
Essai concernant la précision	7.2.6
Essai de précision en fonction des harmoniques	7.2.1502
Vérification du degré de protection fourni par les enveloppes	7.2.7
Essai d'étanchéité des enveloppes à température ambiante	7.2.8
Essai de pression de l'enveloppe	7.2.9
Essai de tenue en tension des composants basse tension	7.2.601
Mesure du temps de réponse à un échelon	7.2.1503
Essais individuels	7.3
Essai de tenue en tension à fréquence industrielle sur les bornes primaires	7.3.1
Mesure des décharges partielles	7.3.2
Essai de tenue en tension à fréquence industrielle entre les sections	7.3.3
Essai de tenue en tension continue avec mesure de décharges partielles	7.3.1501
Essai de tenue en tension à 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
Essai de tenue en tension à fréquence industrielle des composants basse tension	7.3.601
Mesure de la capacité	7.3.1502
Mesure de la résistance	7.3.1503
Essais spéciaux	7.4
Essai de tenue à la tension de choc coupé sur les bornes primaires	7.4.1
Essai de chocs coupés multiples sur les bornes primaires	7.4.2
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
Mesure du point de rosée	7.4.8
Essai de corrosion	7.4.9
Essai relatif au danger d'incendie	7.4.10
Essais de pollution	7.4.1501
Essais de vibration	7.2.602
Essai de précision du signal composite	7.4.1502
Essai de vieillissement pour les composantes R et C	7.4.1503

7.1.3 Séquence d'essais

Le Paragraphe 7.1.3 de l'IEC 61869-1:2007 est remplacé par 7.1.3.1501 et 7.1.3.1502:

7.1.3.1501 Séquence d'essais de type

La séquence d'essais n'est pas spécifiée et peut être convenue entre l'acheteur et le fournisseur.

Avant de commencer la séquence d'essais de type, les essais individuels suivants doivent être réalisés:

- essais de tenue en tension à fréquence industrielle sur les bornes primaires;
- mesure des décharges partielles.

NOTE La mesure des décharges partielles est généralement effectué en même temps que l'essai de tenue en tension à fréquence industrielle.

À la fin de la séquence d'essais de type, le transformateur de tension doit être soumis à l'ensemble des essais individuels de série décrits en 7.3.

Il est permis de réaliser l'essai de tension continue avant l'essai d'inversion de polarité. Dans ce cas, il n'est pas nécessaire de renouveler cet essai après la séquence d'essais de type.

7.1.3.1502 Séquence d'essais individuels de série

La séquence d'essais n'est pas précisée, mais les essais de précision doivent être réalisés après les essais diélectriques.

7.2 Essais de type

7.2.1 Généralités

Le Paragraphe 7.2.1 de l'IEC 61869-6:2016 s'applique, avec l'ajout suivant:

Les essais de type réalisés sur les DCVT sont considérés comme valides s'ils ont été effectués sur un dispositif de conception comparable présentant des contraintes particulières de conception similaires. La preuve doit en être apportée par le fabricant.

7.2.2 Essai d'échauffement

Le Paragraphe 7.2.2 de l'IEC 61869-6:2016 s'applique, avec les modifications suivantes:

Les deuxième et troisième alinéas sont remplacés par les alinéas suivants:

Pour l'essai d'échauffement, les méthodes d'essai suivantes peuvent être utilisées pour mesurer la température:

- équipement à isolation gazeuse: mesure par caméra infrarouge et mesure de la variation de la pression du gaz;
- équipement à isolation par huile: mesure par caméra infrarouge.

La tension à appliquer est la tension la plus élevée pour l'équipement (U_m). L'essai doit être poursuivi jusqu'à ce que la température du transformateur atteigne la température en régime établi.

La durée correspondante doit être notée dans le rapport d'essai.

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

7.2.3.2 Essai de tension de choc de foudre sur les bornes primaires

Le Paragraphe 7.2.3.2.1 de l'IEC 61869-1:2007 s'applique aux transformateurs de tension dont la valeur U_m est égale ou supérieure à 20 kV.

7.2.3.3 Essai de tension de choc de manœuvre

Le Paragraphe 7.2.3.3 de l'IEC 61869-1:2007 s'applique aux transformateurs de tension dont la valeur U_m est égale ou supérieure à 100 kV.

7.2.4 Essai sous pluie pour les transformateurs de type extérieur

Le Paragraphe 7.2.4 de l'IEC 61869-1:2007 s'applique, avec les modifications suivantes:

Pour les transformateurs de tension dont la valeur U_m est égale ou supérieure à 100 kV, l'essai doit consister en un essai de tension de choc de manœuvre des deux polarités, à la tension correspondant au niveau d'isolement.

Pour les transformateurs de tension dont la valeur U_m est inférieure à 100 kV, l'essai doit être réalisé à la tension à fréquence industrielle définie en 7.3.1.

7.2.5 Essais de compatibilité électromagnétique (CEM)

7.2.5.1 Essai de perturbations radioélectriques

Le Paragraphe 7.2.5.1 de l'IEC 61869-1:2007 s'applique aux transformateurs de tension dont la valeur U_m est égale ou supérieure à 100 kV. Les trois derniers alinéas sont remplacés par les alinéas suivants:

L'essai doit être réalisé avec une alimentation en courant alternatif.

Une tension de précontrainte d'une valeur de $1,25 \times U_m / \sqrt{2}$ doit être appliquée et maintenue pendant 30 s.

La tension doit ensuite être diminuée à $1,1 \times U_m / \sqrt{2}$ en 10 s environ, et maintenue à cette valeur pendant 30 s avant que le niveau des perturbations radioélectriques ne soit mesurée.

L'essai doit être considéré comme validé par le transformateur de tension si le niveau de perturbations radioélectriques pour la valeur $1,1 \times U_{dm} / \sqrt{2}$ est conforme au 6.11.2.

7.2.5.2 Essai d'immunité

Le Paragraphe 7.2.5.2 de l'IEC 61869-6:2016 s'applique aux DCVT électroniques

7.2.6 Essais concernant la précision

7.2.6.1501 Généralités

Les circuits d'essai sont présentés à l'Annexe 6D de l'IEC 61869-6:2016 pour les sorties analogiques et à l'Annexe 9D de l'IEC 61869-9:2016 pour les sorties numériques.

Pour démontrer la conformité avec la classe de précision spécifiée, l'essai doit être réalisé pour chaque valeur de tension donnée dans le Tableau 1502, avec une charge assignée et à température ambiante, sauf indication contraire.