

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Capacitors for high-voltage alternating current circuit-breakers –
Part 2: TRV capacitors**

**Condensateurs pour disjoncteurs à courant alternatif haute tension –
Partie 2: Condensateurs TTR**

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62146-2:2023



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2023 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 Secretariat
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 corrigendum or an amendment might have been published.

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 It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.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 once a month by email.

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.

IEC Products & Services Portal - products.iec.ch

Discover our powerful search engine and read freely all the publications previews. With a subscription you will always have access to up to date content tailored to your needs.

Electropedia - www.electropedia.org

The world's leading online dictionary on electrotechnology, containing more than 22 300 terminological entries in English and French, with equivalent terms in 19 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) online.

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.

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 une fois par mois par email.

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.

IEC Products & Services Portal - products.iec.ch

Découvrez notre puissant moteur de recherche et consultez gratuitement tous les aperçus des publications. Avec un abonnement, vous aurez toujours accès à un contenu à jour adapté à vos besoins.

Electropedia - www.electropedia.org

Le premier dictionnaire d'électrotechnologie en ligne au monde, avec plus de 22 300 articles terminologiques en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans 19 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Capacitors for high-voltage alternating current circuit-breakers –
Part 2: TRV capacitors**

**Condensateurs pour disjoncteurs à courant alternatif haute tension –
Partie 2: Condensateurs TTR**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 31.060; 31.060.70

ISBN 978-2-8322-6353-2

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

CONTENTS

FOREWORD.....	4
1 Scope.....	6
2 Normative references	6
3 Terms and definitions	7
4 Abbreviated terms	8
5 Service conditions	8
6 Ratings.....	9
6.1 Rated voltage (U_{cr}).....	9
6.2 Rated insulation level.....	9
6.3 Rated frequency (f_r).....	11
7 Design and construction	11
7.1 Capacitance tolerances.....	11
7.2 Capacitor loss requirements.....	11
7.3 Partial discharge level.....	11
7.4 Angle of mounting	11
7.5 Minimum withstand value of mechanical bending load.....	11
7.5.1 Capacitors mounted on air insulated circuit-breaker.....	11
7.5.2 Immersed capacitors	12
7.5.3 Freestanding capacitors	12
7.6 Requirements for impregnation medium in capacitor	12
7.7 Protection against corrosion.....	12
7.8 Marking of the equipment.....	12
7.9 Creepage distances for outdoor insulators	13
7.10 Tightness	13
8 Type tests	13
8.1 Information for identification of specimens	13
8.2 Information to be included in type-test reports.....	13
8.3 Test conditions	13
8.4 Electrical type tests.....	13
8.4.1 General	13
8.4.2 Switching impulse voltage test.....	14
8.4.3 Lightning and chopped impulse voltage test.....	14
8.5 Voltage test at low and high temperature	15
8.5.1 Test procedure	15
8.5.2 Capacitor reduced-scale model design	15
8.6 Radio Interference Voltage (RIV) test.....	15
8.7 Short-circuit discharge test	16
8.8 Resonance frequency measurements.....	16
8.9 Mechanical bending test	16
8.10 Tightness test at different temperatures	16
8.11 Tightness test to check gas ingress from pressurized environment	16
8.12 Vibration test	16
9 Routine tests	17
9.1 General.....	17
9.2 Test conditions	17
9.3 Capacitance and loss angle measurements at power frequency	17

9.4	Power frequency voltage test	17
9.5	Partial discharge test	18
9.6	Tightness test	18
9.6.1	General	18
9.6.2	Oil impregnated capacitor	18
9.6.3	Tightness test for gas filled capacitors	18
9.7	Visual inspection and dimensional check	18
10	Recommendations for transport, storage, erection, operation, and maintenance	19
11	Safety	19
11.1	General	19
11.2	Precautions by manufacturers	19
11.3	Precautions by users	19
11.4	National regulations	19
12	Environmental aspects	20
Figure 1 – Electrical type tests sequence		14
Figure 2 – Reduced scale model capacitor element geometry		15
Figure 3 – Electrical routine test sequence		17
Table 1 – Standard insulation levels – Range I ($U_r < 300$ kV)		9
Table 2 – Standard insulation levels – Range II ($U_r \geq 300$ kV)		10
Table 3 – Partial discharge test voltages and permissible levels		11

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62146-2:2023

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**CAPACITORS FOR HIGH-VOLTAGE ALTERNATING
CURRENT CIRCUIT-BREAKERS –****Part 2: TRV capacitors****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.

IEC 62146-2 has been prepared by IEC technical committee 33: Power capacitors and their applications. It is an International Standard.

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

Draft	Report on voting
33/685/FDIS	33/686/RVD

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

The language used for the development of this International Standard is English.

This document was drafted in accordance with ISO/IEC Directives, Part 2, and developed in accordance with ISO/IEC Directives, Part 1 and ISO/IEC Directives, IEC Supplement, available at www.iec.ch/members_experts/refdocs. The main document types developed by IEC are described in greater detail at www.iec.ch/publications.

This International Standard is to be used in conjunction with IEC 62146-1:2013 and IEC 62146-1:2013/AMD1:2016.

A list of all parts in the IEC 62146 series, published under the general title *Capacitors for high-voltage alternating current circuit-breakers*, can be found on the IEC website. The title of the series was changed in 2022 by decision of TC 33, and the title of IEC 62146-1 will be modified accordingly in its next edition.

The committee has decided that the contents of this document will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC website under 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.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62146-2:2023

CAPACITORS FOR HIGH-VOLTAGE ALTERNATING CURRENT CIRCUIT-BREAKERS –

Part 2: TRV capacitors

1 Scope

This part of IEC 62146 is applicable to TRV capacitors used on high-voltage alternating current circuit-breakers with rated voltages above 100 kV with 50 Hz or 60 Hz.

TRV capacitors are installed phase to earth, either in parallel to the bushing on dead tank circuit-breakers, or immersed inside the circuit-breaker, or freestanding close to the circuit-breaker. Their function is to limit the transient recovery voltage (TRV) and the rate of rise of recovery voltage (RRRV) on the circuit-breaker. Capacitors in compliance with this document can be used as TRV capacitor.

This document applies to TRV capacitors falling into one or both of the following categories for:

- mounting on or close to air insulated switchgear (AIS) dead tank and live tank circuit-breakers, or
- mounting on gas insulated switchgear (GIS) circuit-breakers.

The testing for each of the above applications is in some cases different.

This document does not apply to grading capacitors installed in parallel to the chambers of the circuit-breaker, which are specified in IEC 62146-1.

This document does not apply to capacitors not directly associated with high-voltage alternating current circuit-breakers.

The object of this document is:

- to define uniform rules regarding performances, testing and rating
- to define specific safety rules
- to provide a guidance for installation and operation

The TRV capacitor is a sub-component for the circuit-breaker and is specified in accordance with the circuit-breaker specifications according to IEC 62271-1, IEC 62271-100, and if applicable to IEC 62271-203.

TRV capacitors are commonly built with composite or ceramic housings (insulators). Those insulators follow IEC 61462 or IEC 62155. Other housings can be used if they can sustain applicable type tests according to IEC 61462 and IEC 62155.

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.

IEC 60060-1:2010, *High-voltage test techniques – Part 1: General definitions and test requirements*

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

IEC 60815 (all parts), *Selection and dimensioning of high-voltage insulators intended for use in polluted conditions*

IEC 60871-1:2014, *Shunt capacitors for a.c. power systems having a rated voltage above 1 000 V – Part 1: General*

IEC 61462:2007, *Composite hollow insulators – Pressurized and unpressurized insulators for use in electrical equipment with rated voltage greater than 1 000 V – Definitions, test methods, acceptance criteria and design recommendations*

IEC 62146-1:2013, *Grading capacitors for high-voltage alternating current circuit-breakers – Part 1: General*

IEC 62146-1:2013/AMD1:2016

IEC 62155:2003, *Hollow pressurized and unpressurized ceramic and glass insulators for use in electrical equipment with rated voltages greater than 1 000 V*

IEC 62271-1:2017, *High-voltage switchgear and controlgear – Part 1: Common specifications for alternating current switchgear and controlgear*

IEC 62271-1:2017/AMD1:2021

IEC 62271-100:2021, *High-voltage switchgear and controlgear – Part 100: Alternating-current circuit-breakers*

IEC 62271-203, *High-voltage switchgear and controlgear – Part 203: AC gas-insulated metal-enclosed switchgear for rated voltages above 52 kV*

IEC GUIDE 109, *Environmental aspects – Inclusion in electrotechnical product standards*

3 Terms and definitions

For the purposes of this document, the terms and definitions given in IEC 62146-1:2013 and the following apply.

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

capacitor

two-terminal device characterized essentially by its capacitance

[SOURCE: IEC 60050-151:2001, 151-13-28]

3.2

TRV capacitor

capacitor for installation on high-voltage circuit-breakers phase to earth, either on circuit-breaker bushings or freestanding close to the circuit-breaker to limit TRV or RRRV

Note 1 to entry: The TRV capacitors alone are accessories of the circuit-breaker.

3.3

freestanding capacitor

TRV capacitor installed as an accessory to the circuit-breaker and mounted in its proximity

Note 1 to entry: The freestanding capacitor does not need to be fixed at the same supporting structure of the circuit-breaker.

Note 2 to entry: Freestanding capacitors are sometimes named standalone TRV capacitors.

3.4

ambient temperature

temperature of the insulating fluid surrounding the capacitor at its surface

3.5

transient recovery voltage

TRV

recovery voltage during the time in which it has a significant transient character

Note 1 to entry: The transient recovery voltage may be oscillatory or non-oscillatory or a combination of these depending on the characteristics of the circuit and the switching device. It includes the voltage shift of the neutral of a polyphase circuit.

Note 2 to entry: The transient recovery voltages in three-phase circuits are, unless otherwise stated, that across the first pole to clear, because this voltage is generally higher than that which appears across each of the other two poles.

[SOURCE: IEC 60050-441:1984, 441-17-26]

3.6

rate of rise of recovery voltage

RRRV

first peak transient recovery voltage divided by the total time from zero voltage to peak voltage

Note 1 to entry: Levels of TRV and the RRRV are key factors in determining whether the fault can be cleared successfully.

3.7

voltage factor

F_v

factor used when the TRV capacitor is composed of several capacitors connected in series phase to earth

Note 1 to entry: F_v will affect the insulating voltage levels of the individual capacitors to add some safety margin.

4 Abbreviated terms

Clause 4 of IEC 62146-1:2013 is applicable with the following additions.

F_v voltage factor

TRV transient recovery voltage

RRRV rate of rise of recovery voltage

5 Service conditions

For TRV capacitors installed on the circuit-breaker or immersed capacitors, the service conditions are given in IEC 62146-1:2013, Clause 5.

For freestanding capacitors, the service conditions are given in IEC 60358-1:2012, Clause 4.

6 Ratings

6.1 Rated voltage (U_{cr})

The rated voltage U_{cr} of a TRV capacitor connected between one phase of a three-phase system and earth shall be equal or greater than the value of the rated voltage U_r of the circuit-breaker divided by $\sqrt{3}$.

Preferred values for U_r are given in IEC 62271-1.

NOTE U_r used in IEC 62271 series and in this standard corresponds to U_m presented in IEC 60071-1.

6.2 Rated insulation level

The choice of the insulation level for equipment shall be made in accordance with the standard insulation levels, based on its highest voltage for equipment U_r . Guidance for the choice of the insulation level is given below.

In case of TRV capacitor of an air insulated circuit-breaker installed parallel to the bushing, the insulation levels are according to IEC 62271-1.

In case of TRV capacitor installed in a gas insulated switchgear (GIS and dead tank breaker), the insulation levels are according to IEC 62271-203.

In case of TRV capacitor installed freestanding, the insulation levels are according to Table 1 and Table 2 (adapted from IEC 60358-1). The rated insulation levels shall be based on the rated voltage of the circuit-breaker U_r .

Table 1 – Standard insulation levels – Range I ($U_r < 300$ kV)

Range	Rated voltage of the circuit-breaker (U_r) (RMS) kV	Rated power-frequency withstand voltage (RMS) kV	Rated lightning impulse withstands voltage (peak) kV	Rated switching withstand voltage (peak) kV
I	100	185	450	
	123	185	450	
		230	550	
	145	230	550	
		275	650	
	170	275	650	
		325	750	
	245	395	950	
		460	1 050	
NOTE 1 For exposed installations it is recommended to choose the highest insulation level.				
NOTE 2 For alternative levels, see IEC 60071-1.				

Table 2 – Standard insulation levels – Range II ($U_r \geq 300$ kV)

Range	Rated voltage of the circuit-breaker (U_r) (RMS) kV	Rated power-frequency withstand voltage (RMS) kV	Rated lightning impulse withstands voltage (peak) kV	Rated switching withstand voltage (peak) kV
II	300	395	850	750
			950	
		460	950	850
			1 050	
	362	460	950	850
			1 050	
		510	1 050	950
			1 175	
	420	570	1 050	850
			1 175	
			1 175	
			1 300	
		630	1 300	950
			1 425	
			1 175	
			1 300	
	550	630	1 300	950
			1 425	
			1 425	
			1 550	
		680	1 675	1 300
			1 800	
	800	880	1 800	1 425
			1 950	
		975	1 950	1 550
			2 100	
	1 100		1 950	1 425
			2 100	
			2 100	
			2 250	
			2 250	1 675
			2 400	
			2 400	
			2 550	
	1 200		2 100	1 675
			2 250	
			2 250	
			2 400	
			2 550	1 800
			2 700	

NOTE 1 For exposed installations it is recommended to choose the highest insulation level.

NOTE 2 For alternative levels, see IEC 60071-1.

6.3 Rated frequency (f_r)

The standard considered values for the rated frequency are 50 Hz or 60 Hz.

7 Design and construction

7.1 Capacitance tolerances

The measured capacitance shall not differ from the rated capacitance (C_r) by more than $\pm 5\%$ for all type of TRV capacitors unless otherwise agreed between manufacturer and user.

7.2 Capacitor loss requirements

Subclause 7.2 of IEC 62146-1:2013 is applicable.

7.3 Partial discharge level

The partial discharge level shall not exceed the limits specified in Table 3 at the partial discharge test voltage specified in the same table according to the procedures of clause 9.5.

Table 3 – Partial discharge test voltages and permissible levels

PD test voltage (RMS)	Permissible PD level (pC) Air insulated capacitors	Permissible PD level (pC) Immersed capacitors
$1,2 U_r$	≤ 10	≤ 5
$\frac{1,2 U_r}{\sqrt{3}}$	≤ 5	≤ 3
NOTE 1 The permissible PD level is also valid for frequencies different from the system frequency. NOTE 2 For big TRV capacitance values (e.g. higher than 10 nF), testing laboratory background noise can affect the PD measurement, in that case an agreement between purchaser and manufacturer should be made. NOTE 3 For TRV capacitors composed of several units (N) connected in series, if only the capacitor units are tested, the value of the PD test voltage for each unit will be equal to: $1,05 \times \text{PD test voltage of the TRV capacitor} / N$		

7.4 Angle of mounting

For non-immersed applications, the capacitors shall be designed to be installed in vertical or oblique directions up to 45° .

For immersed applications, the capacitors shall be designed to be installed in any direction: vertical, horizontal, or oblique.

7.5 Minimum withstand value of mechanical bending load

7.5.1 Capacitors mounted on air insulated circuit-breaker

These capacitors are fixed on both extremities of the circuit-breaker bushings. The bushings support the mechanical stress due to the connections.

For these capacitors the test bending moment M_C shall be calculated as follows:

$$M_C = \left[50 + \frac{m}{2} \right] \times g \times \frac{1}{0,7} \times l \quad (1)$$

where:

- M_C is in Nm;
 l is the length of the capacitor in m;
 m is the weight of the capacitor in kg;
 g is the gravitational acceleration = 9,81 m/s².

Notwithstanding the above calculation, the minimum value for M_C shall be 2000 Nm.

NOTE 1 The factor of 0,7 has been taken from IEC 62155:2003, 8.3.1.

NOTE 2 The supplementary weight of 50 kg has been reduced in comparison with grading capacitors which can be installed horizontally.

7.5.2 Immersed capacitors

The test bending moment M_C shall be calculated in accordance with the IEC 62146-1:2013, 7.4.2.

7.5.3 Freestanding capacitors

The test bending moment M_C shall be in accordance with the minimum bending load given in IEC 60358-1:2012, 6.4.

7.6 Requirements for impregnation medium in capacitor

The capacitor manufacturer shall specify the type of the impregnation medium (liquid, gas or dry) used in the capacitor.

7.7 Protection against corrosion

The protection against corrosion shall be in accordance with IEC 62146-1:2013, 7.6.

7.8 Marking of the equipment

The capacitor shall be provided with nameplates which contain at least the following information:

- name or mark of the capacitor manufacturer,
- year of manufacture,
- capacitor manufacturer's type designation,
- serial number or equivalent,
- rated voltage of capacitor (U_{cr}),
- rated frequency of capacitor (f_r),
- rated capacitance (C_r) and its tolerances,
- power frequency test voltage U_{CPF} ,
- acceptable range of ambient temperature (as declared by the manufacturer),
- quantity of oil or rated gas filling pressure,

- oil, gas or dry designation,
- reference to the relevant edition of IEC 62146-2.

7.9 Creepage distances for outdoor insulators

For outdoor insulation susceptible to contamination, the minimum rated specific creepage distance measured on the insulation surface in millimetres is given in the IEC 60815 series.

NOTE Creepage distances of TRV capacitors usually have the same specifications as the breaker bushing.

7.10 Tightness

The tightness shall be in accordance with IEC 62146-1:2013, 7.9.

8 Type tests

8.1 Information for identification of specimens

The identification of specimens shall be in accordance with IEC 62146-1:2013, 8.1.

8.2 Information to be included in type-test reports

The information to be included in type test reports shall be in accordance with IEC 62146-1:2013, 8.2.

8.3 Test conditions

The test conditions shall be in accordance with IEC 62146-1:2013, 8.3.

8.4 Electrical type tests

8.4.1 General

The objective of the electrical type tests is to test the electrical withstand of the internal and external parts of the capacitor.

For a TRV capacitor installed parallel to the circuit-breaker bushing, if the wet tests and RIV tests are performed with the TRV capacitor mounted on the circuit-breaker as part of the circuit-breaker type tests, the dry tests will replace the wet tests on the TRV capacitor using the same level of voltage.

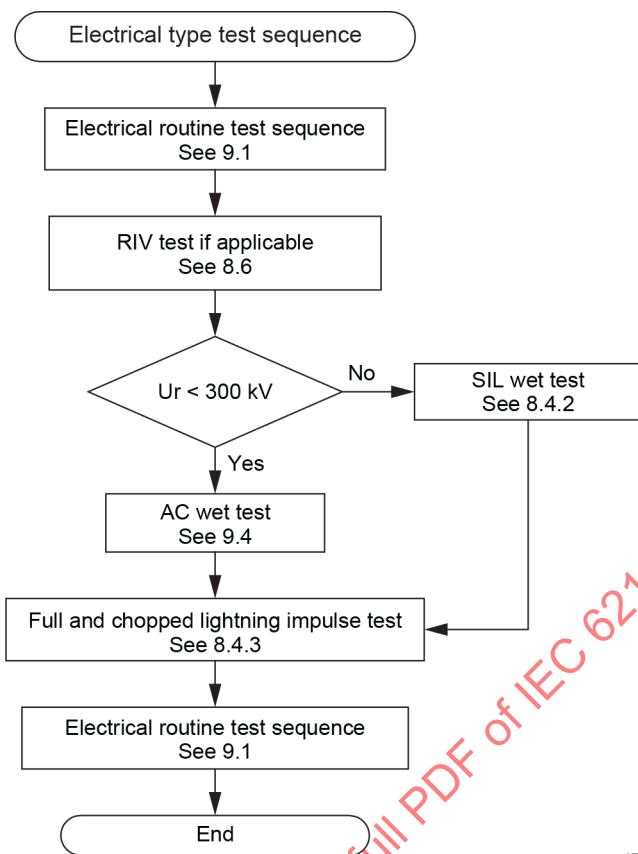
For a stand-alone TRV capacitor, as it is considered as an equipment itself, wet tests and RIV tests shall be performed.

A dielectric type test may also be considered valid if it is made on a capacitor which is higher electrically stressed per element subject to agreement between manufacturer and purchaser.

Impulse and RIV tests shall be performed on the same TRV capacitor unit. The test sequence is described in Figure 1.

NOTE 1 For immersed TRV capacitors, the dry tests will replace the wet tests on the TRV capacitor using the same level of voltage.

NOTE 2 By an agreement between the manufacturer and the purchaser the order of the test sequence (Figure 1) can be modified.



IEC

Figure 1 – Electrical type tests sequence

8.4.2 Switching impulse voltage test

The switching impulse voltage test procedure shall be in accordance with IEC 62146-1:2013, 8.4.5. The test voltage level shall be in accordance with 6.2. For capacitors installed in stand-alone, this test shall be performed in wet conditions; the wet test procedure shall be in accordance with IEC 60060-1.

8.4.3 Lightning and chopped impulse voltage test

The lightning and chopped impulse voltage test procedure shall be in accordance with IEC 62146-1:2013, 8.4.6. The test voltage level shall be in accordance with 6.2.

The sequence and number of impulses shall be subjected successively to:

- 15 lightning impulses of positive polarity; followed by
- 15 chopped lightning impulses of positive polarity; and by
- 1 lightning impulse of negative polarity; followed by
- 15 chopped lightning impulses of negative polarity; and by
- 14 lightning impulse of negative polarity.

The waveform of the applied impulses shall be in accordance with IEC 60060-1, but the front time may be increased to a maximum of 8 µs for large capacitance values, owing to the limitations of the testing equipment, as in IEC 60358-1:2012, 10.1.3.

NOTE The number of lightning and lightning chopped impulses for TRV capacitors is different compared to IEC 62146-1. TRV capacitors are connected phase to earth and for that reason they need to sustain a larger number of impulses than grading capacitors.

8.5 Voltage test at low and high temperature

8.5.1 Test procedure

The test can be carried out on a capacitor reduced-scale model according to 8.5.2.

An equivalence table shall be prepared by the manufacturer to compare the tests performed in the capacitor reduced-scale model with the TRV capacitor.

An AC voltage of $1,9 U_{cr}$ shall be applied for 8 h between the terminals of the capacitors maintained at a temperature equal to the minimum value specified for the capacitor.

An AC voltage of $1,9 U_{cr}$ shall be applied for 8 h between the terminals in an atmosphere lightly ventilated and with a temperature of air approximately equal to the maximum value specified for the capacitor.

For both, minimum and maximum temperature tests, the capacitor under test needs to have the test temperature stabilized before to start the test.

The capacitor reduced-scale model passes the tests if: (1) it passes the routine tests at ambient temperature (Clause 9) and (2) if the capacitance measured before and after the tests, does not increase more than an amount corresponding to the breakdown of a capacitor element.

NOTE The 1,9 factor and the 8 h are the most severe test conditions adapted from IEC 60358-1:2012, 5.3.1. Depending on the system earthing conditions where the TRV capacitor will be installed, reduced rated factors and test duration are permissible by agreement between manufacturer and user.

8.5.2 Capacitor reduced-scale model design

The capacitor reduced scale model is manufactured by using the same production material, and processing procedures as the TRV capacitor.

The capacitor reduced-scale model shall have at least 5 series connected capacitor elements or by agreement between manufacturer and user.

In particular, the reduced scale model capacitor element shall have:

- Same border distances "z" (Figure 2) between electrodes and dielectrics
- Same basic type of dielectric materials
- Same thickness of dielectric layer
- Same impregnated dielectric fluid or gas or insulation

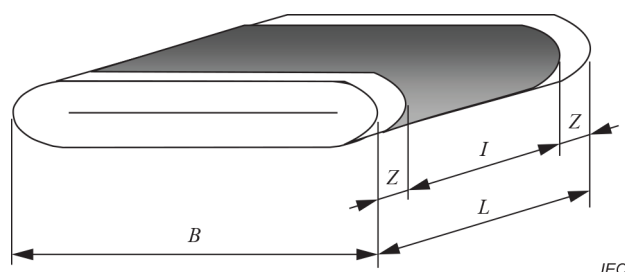


Figure 2 – Reduced scale model capacitor element geometry

8.6 Radio Interference Voltage (RIV) test

For TRV capacitors installed on the circuit-breaker, RIV test is not required to be performed separately on the TRV capacitor unit alone since they are affected by and performed part of the required circuit-breaker type test.

For capacitors installed freestanding, this test shall be in accordance with IEC 60358-1:2012, 10.3.

8.7 Short-circuit discharge test

This test is adapted from the IEC 60871-1. The test can be carried out on a capacitor reduced-scale model according to 8.5.2. The unit shall be charged by means of DC voltage and then discharged through a gap situated as close as possible to the capacitor. It shall be subjected to five such discharges within 10 min.

The test voltage shall be adapted to be equivalent to $2,5 U_{cr}$ as the TRV capacitor.

The capacitance shall be measured before and after the discharge tests. The differences between the two measurements shall be less than an amount corresponding to either breakdown of an element.

NOTE 1 The purpose of the discharge test is to reveal any weak design of the internal connections.

NOTE 2 For applications where overvoltages and/or transient currents are limited, test voltages lower than $2,5 U_{cr}$ can be used, as agreed between the manufacturer and the purchaser.

8.8 Resonance frequency measurements

The resonance frequency measurement test procedure shall be in accordance with IEC 62146-1:2013, 8.7.

8.9 Mechanical bending test

The value of the test force F_c is calculated from the bending moment M_c defined in 7.5.

For TRV capacitors installed on the circuit-breaker and immersed capacitor, the mechanical bending test procedure shall be in accordance with IEC 62146-1:2013, 8.8.

For TRV capacitors installed freestanding, the test procedure shall be in accordance with IEC 60358-1:2012, 11.

8.10 Tightness test at different temperatures

The tightness tests at different temperature procedures shall be in accordance with IEC 62146-1:2013, 8.9.

8.11 Tightness test to check gas ingress from pressurized environment

For TRV immersed capacitors, the tightness test procedure to check gas ingress from pressurized environment shall be in accordance with IEC 62146-1:2013, 8.10.

8.12 Vibration test

For TRV capacitors installed on the circuit-breaker and immersed capacitors, the vibration test procedure shall be in accordance with IEC 62146-1:2013, 8.11.

For TRV capacitors installed freestanding, this test shall not be performed.

9 Routine tests

9.1 General

General recommendations to perform routine tests shall be in accordance with IEC 62146-1:2013, 9.1. The electrical routine test sequence is presented in Figure 3.

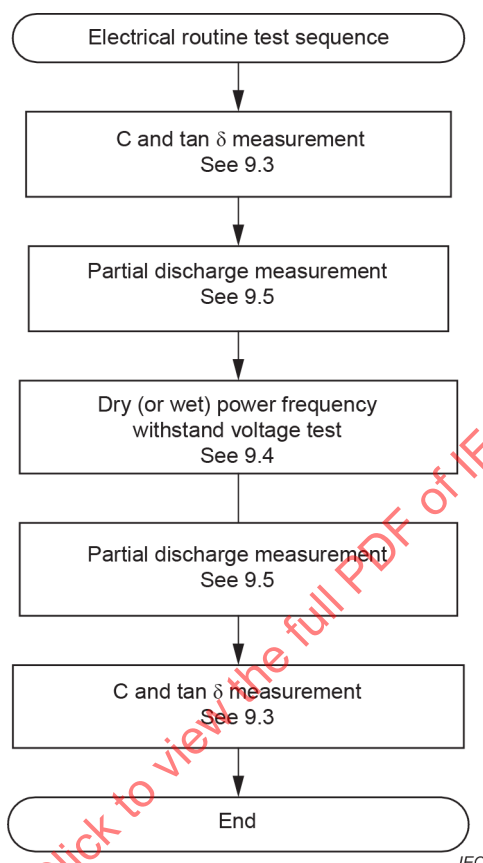


Figure 3 – Electrical routine test sequence

9.2 Test conditions

Test conditions to perform routine tests shall be according to 8.3.

9.3 Capacitance and loss angle measurements at power frequency

The capacitance measurement at power frequency and tangent of the loss angle ($\tan \delta$) shall be in accordance with IEC 62146-1:2013, 8.4.2 and 8.4.3.

In order to reveal any change in capacitance due to the puncture of one or more elements during the first voltage application, a preliminary capacitance measurement shall be made before the voltage routine tests, at a sufficiently low voltage (equal or less than 30 % of rated voltage; suggested value is 10 kV in order to obtain a reference value for future site measurement) to ensure that no puncture of an element has occurred.

9.4 Power frequency voltage test

The power frequency voltage test procedure shall be in accordance with IEC 62146-1:2013, 8.4.7. The test voltage level shall be in accordance with 6.2. For capacitors installed freestanding, during type test validation, this test shall be performed in wet conditions (wet test procedure shall be in accordance with IEC 60060-1).

9.5 Partial discharge test

Acceptance criteria shall be in accordance with 7.3. The partial discharges shall be performed for the two levels of voltage and the acceptance criteria specified.

After a pre-stressing performed according to procedure A or B, the partial discharge test voltage specified in Table 3 is applied and the corresponding partial discharge level shall be measured within 30 s. The limits of partial discharge level are specified in 7.3.

Procedure A: The partial discharge test voltages are reached while decreasing the voltage after the power frequency withstand test.

Procedure B: The partial discharge test is performed after the AC voltage withstand test. The applied voltage is raised to 80 % of the withstand voltage, maintained for not less than 60 s, then reduced without interruption to the specified partial discharge test voltage.

If not otherwise specified, the choice of procedure is left to the manufacturer (recommended method is procedure A). The test method used shall be indicated in the test report.

9.6 Tightness test

9.6.1 General

According to the insulating dielectric fluid and the application, different test methods shall be applied.

The tightness test is not required for capacitors with solid internal insulation (e.g. ceramic capacitors) that are not sealed from the insulating fluid.

9.6.2 Oil impregnated capacitor

9.6.2.1 Air insulated capacitors

The tightness test for air insulated TRV capacitors shall be in accordance with IEC 62146-1:2013, 9.6.2.1.

9.6.2.2 Immersed capacitors

The tightness test for immersed TRV capacitors shall be in accordance with IEC 62146-1:2013, 9.6.2.2.

9.6.3 Tightness test for gas filled capacitors

9.6.3.1 Air insulated capacitors

The tightness test for gas filled capacitors to be installed in air shall be in accordance with IEC 62146-1:2013, 9.6.3.1.

9.6.3.2 Immersed capacitors

The tightness test for gas filled capacitors to be installed immersed in the circuit-breaker shall be performed according to 9.6.3.1.

9.7 Visual inspection and dimensional check

The inspections are applicable to all types of TRV capacitors and shall be made on each complete TRV capacitor before delivery.

No surface defects shall be tolerated which could affect the satisfactory performance in service. For porcelain, acceptance criteria are defined in IEC 62155:2003, 10.3. For composite, acceptance criteria are defined in IEC 61462:2007, 10.2. For immersed TRV capacitors, the acceptance criteria of the surface may be specified by the purchaser.

Dimensions of parts for assembling and interconnection shall be in accordance with the relevant drawings, checked by sampling.

10 Recommendations for transport, storage, erection, operation, and maintenance

Recommendations for transport, storage, erection, operation, and maintenance shall be in accordance with IEC 62146-1:2013, Clause 10.

NOTE During maintenance, diagnostic tests are performed as a comparative test of characteristic parameters of TRV capacitors. These comparative tests help to verify the TRV capacitor condition by measuring one or more of these characteristic parameters (e.g. comparative measurements of capacitance at 10 kV).

11 Safety

11.1 General

High-voltage equipment can be safe only when installed in accordance with the relevant installations rules and used and maintained in accordance with the capacitor manufacturer's instructions.

High-voltage equipment is normally only accessible by instructed persons. It should be operated and maintained by skilled persons. When unrestricted access is available to TRV capacitor, additional safety features may be required.

11.2 Precautions by manufacturers

Manufacturers should take the following precautions:

- Explain the safe operation of the capacitor clearly in the instruction manual. Explain the precautions to prevent improper operation and the consequences of improper operation.
- Provide the user and/or contractor with appropriate information related to the design of the surrounding area to minimize personnel risks in case a failure occurs.

11.3 Precautions by users

For a TRV capacitor installed on the circuit-breaker, the precautions by users shall follow the switchgear standard IEC 62271-1.

11.4 National regulations

Special requirements relating to safety regulations, which need to be specified by the purchaser at the time of ordering, can apply to the country in which the capacitor is to be installed.

12 Environmental aspects

The need to minimize the impact of TRV capacitors on the environment during all phases of their life is recognized.

IEC Guide 109 gives guidance in this respect in term of life cycle impacts, recycling, and disposal at the end of life.

The capacitor manufacturer should specify information regarding the relation between operation during service life, dismantling of the equipment and environmental aspects. When capacitors are filled with products that shall not be dispersed into the environment, precautions shall be taken.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62146-2:2023

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62146-2:2023

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	24
1 Domaine d'application	26
2 Références normatives	27
3 Termes et définitions	27
4 Abréviations	29
5 Conditions de service	29
6 Caractéristiques assignées	29
6.1 Tension assignée (U_{cr})	29
6.2 Niveau d'isolement assigné	29
6.3 Fréquence assignée (f_r)	32
7 Conception et construction	32
7.1 Tolérances de capacité	32
7.2 Exigences concernant les pertes d'un condensateur	32
7.3 Niveau de décharges partielles	32
7.4 Angle de montage	32
7.5 Valeur de tenue minimale de la charge de flexion mécanique	33
7.5.1 Condensateurs montés sur un disjoncteur isolé dans l'air	33
7.5.2 Condensateurs immergés	33
7.5.3 Condensateurs autonomes	33
7.6 Exigences concernant le milieu d'impregnation du condensateur	33
7.7 Protection contre la corrosion	33
7.8 Marquage de l'équipement	33
7.9 Lignes de fuite pour les isolateurs d'extérieur	34
7.10 Étanchéité	34
8 Essais de type	34
8.1 Informations pour l'identification des éprouvettes	34
8.2 Informations à inclure dans les rapports d'essai de type	34
8.3 Conditions d'essai	34
8.4 Essais de type électriques	34
8.4.1 Généralités	34
8.4.2 Essai de tension de chocs de manœuvre	35
8.4.3 Essai de tension de chocs de foudre et de chocs coupés	35
8.5 Essai de tension à basse et haute températures	36
8.5.1 Mode opératoire d'essai	36
8.5.2 Conception du modèle de condensateur à échelle réduite	36
8.6 Essai de tension de perturbation radioélectrique (RIV)	37
8.7 Essai de décharge en court-circuit	37
8.8 Mesures de la fréquence de résonance	37
8.9 Essai de flexion mécanique	37
8.10 Essai d'étanchéité à des températures différentes	37
8.11 Essai d'étanchéité permettant de vérifier la pénétration de gaz d'un environnement sous pression	38
8.12 Essai de vibrations	38
9 Essais individuels de série	38
9.1 Généralités	38
9.2 Conditions d'essai	38

9.3	Mesures de la capacité et de l'angle de perte à fréquence industrielle	39
9.4	Essai de tension à fréquence industrielle	39
9.5	Essai de décharges partielles	39
9.6	Essai d'étanchéité.....	39
9.6.1	Généralités	39
9.6.2	Condensateur imprégné d'huile	39
9.6.3	Essai d'étanchéité pour des condensateurs remplis de gaz	40
9.7	Inspection visuelle et vérification dimensionnelle	40
10	Recommandations pour le transport, le stockage, le montage, la manœuvre et la maintenance.....	40
11	Sécurité.....	40
11.1	Généralités	40
11.2	Mesures de précaution devant être prises par les constructeurs	41
11.3	Mesures de précaution devant être prises par les utilisateurs	41
11.4	Réglementations nationales	41
12	Aspects liés à l'environnement	41
Figure 1 – Séquence d'essais de type électriques.....		35
Figure 2 – Géométrie d'un élément de condensateur de modèle à échelle réduite		37
Figure 3 – Séquence d'essais électriques individuels de série		38
Tableau 1 – Niveaux d'isolement normalisés – Gamme I ($U_r < 300$ kV).....		30
Tableau 2 – Niveaux d'isolement normalisés – Gamme II ($U_r \geq 300$ kV).....		31
Tableau 3 – Tensions d'essai de décharges partielles et niveaux admissibles		32

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**CONDENSATEURS POUR DISJONCTEURS
A COURANT ALTERNATIF HAUTE TENSION –****Partie 2: Condensateurs TTR****AVANT-PROPOS**

- 1) La Commission Électrotechnique 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.

L'IEC 62146-2 a été établie par le comité d'études 33 de l'IEC: Condensateurs de puissance et leurs applications. Il s'agit d'une Norme internationale.

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

Projet	Rapport de vote
33/685/FDIS	33/686/RVD

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

La langue employée pour l'élaboration de cette Norme internationale est l'anglais.

Ce document a été rédigé selon les Directives ISO/IEC, Partie 2, il a été développé selon les Directives ISO/IEC, Partie 1 et les Directives ISO/IEC, Supplément IEC, disponibles sous www.iec.ch/members_experts/refdocs. Les principaux types de documents développés par l'IEC sont décrits plus en détail sous www.iec.ch/standardsdev/publications.

Cette Norme internationale doit être utilisée conjointement avec l'IEC 62146-1:2013 et l'IEC 62146-1:2013/AMD1:2016.

Une liste de toutes les parties de la série IEC 62146, publiées sous le titre général *Condensateurs pour disjoncteurs à courant alternatif haute tension*, se trouve sur le site web de l'IEC. Le titre de la série a été modifié en 2022 par une décision du CE 33, et le titre de l'IEC 62146-1 sera modifié en conséquence dans la prochaine édition.

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 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.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62146-2:2023

CONDENSATEURS POUR DISJONCTEURS A COURANT ALTERNATIF HAUTE TENSION –

Partie 2: Condensateurs TTR

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 62146 s'applique aux condensateurs TTR utilisés sur les disjoncteurs à courant alternatif haute tension dont les tensions assignées sont supérieures à 100 kV à 50 Hz ou 60 Hz.

Les condensateurs TTR à neutre reliés à la terre sont installés soit parallèlement à la traversée sur les disjoncteurs à cuve mise à la terre, soit immergés à l'intérieur du disjoncteur, soit de façon autonome à proximité du disjoncteur. Leur fonction est de limiter la tension transitoire de rétablissement (TTR) et la vitesse d'accroissement de la tension de rétablissement (VATR) sur le disjoncteur. Les condensateurs conformes au présent document peuvent être utilisés comme condensateur TTR.

Le présent document s'applique aux condensateurs TTR relevant de l'une ou l'autre des catégories suivantes pour:

- montage sur ou à proximité de disjoncteurs à cuve mise à la terre ou à cuve sous tension des appareillages isolés dans l'air (AIS); ou
- montage sur des disjoncteurs à isolation gazeuse (GIS).

Les essais pour chacune des applications ci-dessus sont, dans certains cas, différents.

Le présent document ne s'applique pas aux condensateurs installés en parallèle aux chambres du disjoncteur, qui sont spécifiés dans l'IEC 62146-1.

Le présent document ne s'applique pas aux condensateurs qui ne sont pas directement associés aux disjoncteurs à courant alternatif haute tension.

Le présent document a pour objet de:

- définir des règles uniformes concernant les performances, les essais et les caractéristiques assignées;
- définir des règles de sécurité spécifiques;
- fournir des recommandations pour l'installation et le fonctionnement.

Le condensateur TTR est un sous-composant du disjoncteur et il est spécifié conformément aux spécifications des disjoncteurs de l'IEC 62271-1, de l'IEC 62271-100 et, le cas échéant, de l'IEC 62271-203.

Les condensateurs TTR sont généralement construits avec des boîtiers composites ou céramiques (isolateurs). Ces isolateurs sont conformes à l'IEC 61462 ou l'IEC 62155. D'autres boîtiers peuvent être utilisés s'ils peuvent supporter les essais de type applicables conformément à l'IEC 61462 et à l'IEC 62155.

2 Références normatives

Les documents suivants sont cités dans le texte de sorte qu'ils 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).

IEC 60060-1:2010, *Technique des essais à haute tension – Partie 1: Définitions et exigences générales*

IEC 60358-1:2012, *Condensateurs de couplage et diviseurs capacitifs - Partie 1: Règles générales*

IEC 60815 (toutes les parties), *Sélection et dimensionnement des isolateurs haute tension utilisés dans des conditions de pollution*

IEC 60871-1:2014, *Condensateurs shunt pour réseaux à courant alternatif de tension assignée supérieure à 1 000 V – Partie 1: Généralités*

IEC 61462:2007, *Isolateurs composites creux - Isolateurs avec ou sans pression interne pour utilisation dans des appareillages électriques de tensions nominales supérieures à 1 000 V - Définitions, méthodes d'essais, critères d'acceptation et recommandations de conception*

IEC 62146-1:2013, *Condensateurs de répartition pour disjoncteurs à courant alternatif haute tension - Partie 1: Généralités*
IEC 62146-1:2013/AMD1:2016

IEC 62155:2003, *Isolateurs creux avec ou sans pression interne, en matière céramique ou en verre, pour utilisation dans des appareillages prévus pour des tensions nominales supérieures à 1 000 V*

IEC 62271-1:2017, *Appareillage à haute tension - Partie 1: Spécifications communes pour appareillage à courant alternatif*
IEC 62271-1:2017/AMD1:2021

IEC 62271-100:2021, *Appareillage à haute tension - Partie 100: Disjoncteurs à courant alternatif*

IEC 62271-203, *Appareillage à haute tension – Partie 203: Appareillage sous enveloppe métallique à isolation gazeuse et à courant alternatif de tensions assignées supérieures à 52 kV*

GUIDE IEC 109, *Aspects liés à l'environnement - Prise en compte dans les normes électrotechniques de produits*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et les définitions de l'IEC 62146-1:2013 ainsi que les suivants s'appliquent.

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

condensateur

bipôle caractérisé essentiellement par la grandeur capacité

[SOURCE: IEC 60050-151:2001, 151-13-28]

3.2

condensateur TTR

condensateur destiné à être installé sur des disjoncteurs haute tension à neutre relié à la terre, soit sur des traversées de disjoncteur soit de façon autonome à proximité du disjoncteur pour limiter la TTR ou la VATR

Note 1 à l'article: Les condensateurs TTR seuls sont des accessoires du disjoncteur.

3.3

condensateur autonome

condensateur TTR installé comme accessoire du disjoncteur et monté à proximité de ce dernier

Note 1 à l'article: Il n'est pas nécessaire de fixer le condensateur autonome sur la même structure de support que le disjoncteur.

Note 2 à l'article: Les condensateurs TTR autonomes sont parfois appelés "condensateurs TTR indépendants".

3.4

température ambiante

température du fluide isolant qui entoure le condensateur à sa surface

3.5

tension transitoire de rétablissement

TTR

tension de rétablissement pendant le temps où elle présente un caractère transitoire appréciable

Note 1 à l'article: La tension transitoire de rétablissement peut être oscillatoire ou non oscillatoire ou être une combinaison de celles-ci selon les caractéristiques du circuit et de l'appareil de connexion. Elle tient compte de la variation du potentiel du point neutre du circuit polyphasé.

Note 2 à l'article: Sauf spécification contraire, la tension transitoire de rétablissement pour les circuits triphasés est la tension aux bornes du premier pôle qui coupe, car cette tension est généralement plus élevée que celle qui apparaît aux bornes de chacun des deux autres pôles.

[SOURCE: IEC 60050-441:1984, 441-17-26]

3.6

vitesse d'accroissement de la tension de rétablissement

VATR

première tension transitoire de rétablissement de crête divisée par le temps total de la tension nulle jusqu'à la tension de crête

Note 1 à l'article: Les niveaux de TTR et la VATR sont des facteurs clés pour déterminer si le défaut peut être corrigé avec succès.

3.7

facteur de tension

F_V

facteur utilisé lorsque le condensateur TTR est composé de plusieurs condensateurs en série à neutre relié à la terre

Note 1 à l'article: F_V affecte les niveaux de tension d'isolement des condensateurs individuels pour accroître la marge de sécurité.

4 Abréviations

L'Article 4 de l'IEC 62146-1:2013 s'applique avec les ajouts suivants:

F_v	Facteur de tension
TTR	Tension transitoire de rétablissement
VATR	Vitesse d'accroissement de la tension de rétablissement

5 Conditions de service

Pour les condensateurs TTR installés sur le disjoncteur ou des condensateurs immergés, les conditions de service sont spécifiées à l'Article 5 de l'IEC 62146-1:2013.

Pour les condensateurs autonomes, les conditions de service sont spécifiées à l'Article 4 de l'IEC 60358-1:2012.

6 Caractéristiques assignées

6.1 Tension assignée (U_{cr})

La tension assignée U_{cr} d'un condensateur TTR connecté entre une phase d'un système triphasé et la terre doit être supérieure ou égale à la valeur de la tension assignée U_r du disjoncteur divisée par $\sqrt{3}$.

Des valeurs préférentielles pour U_r sont données dans l'IEC 62271-1.

NOTE Le symbole U_r utilisé dans la série IEC 62271 et dans la présente norme correspond à U_m présenté dans l'IEC 60071-1.

6.2 Niveau d'isolement assigné

Le niveau d'isolement de l'équipement doit être choisi conformément aux niveaux d'isolement normalisés, en fonction de sa tension U_r la plus élevée pour l'équipement. Des recommandations pour le choix du niveau d'isolement sont données ci-dessous.

Dans le cas d'un condensateur TTR d'un disjoncteur isolé dans l'air et installé en parallèle à la traversée, les niveaux d'isolement sont conformes à l'IEC 62271-1.

Dans le cas d'un condensateur TTR installé dans un appareillage à isolation gazeuse (GIS et disjoncteur à cuve mise à la terre), les niveaux d'isolement sont conformes à l'IEC 62271-203.

Dans le cas d'un condensateur TTR installé de façon autonome, les niveaux d'isolement sont conformes aux Tableaux 1 et 2 (adaptés de l'IEC 60358-1). Les niveaux d'isolement assignés doivent être basés sur la tension assignée du disjoncteur, U_r .

Tableau 1 – Niveaux d'isolement normalisés – Gamme I ($U_r < 300$ kV)

Gamme	Tension assignée du disjoncteur (U_r)	Tension de tenue assignée à fréquence industrielle	Tension de tenue assignée aux chocs de foudre	Tension de tenue assignée aux chocs de manœuvre
	(valeur efficace)	(valeur efficace)	(valeur de crête)	(valeur de crête)
	kV	kV	kV	kV
I	100	185	450	
	123	185	450	
		230	550	
	145	230	550	
		275	650	
	170	275	650	
		325	750	
	245	395	950	
		460	1 050	
NOTE 1 Pour les installations exposées, il est recommandé de choisir le niveau d'isolement le plus élevé.				
NOTE 2 Pour les autres niveaux, voir l'IEC 60071-1.				

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62146-2:2023

Tableau 2 – Niveaux d'isolement normalisés – Gamme II ($U_r \geq 300$ kV)

Gamme	Tension assignée du disjoncteur (U_r) (valeur efficace) kV	Tension de tenue assignée à fréquence industrielle (valeur efficace) kV	Tension de tenue assignée aux chocs de foudre (valeur de crête) kV	Tension de tenue assignée aux chocs de manœuvre (valeur de crête) kV
II	300	395	850	750
			950	
		460	950	850
	362	460	950	850
			1 050	950
		510	1 050	
			1 175	850
	420	570	1 050	
			1 175	950
			1 175	
			1 300	1 050
		630	1 300	
			1 425	950
	550	630	1 175	
			1 300	1 050
			1 300	
			1 425	1 175
		680	1 425	
			1 550	1 300
	800	880	1 675	
			1 800	1 425
			1 800	
			1 950	1 550
		975	1 950	
			2 100	1 425
	1 100		1 950	
			2 100	1 550
			2 100	
			2 250	1 675
			2 250	
			2 400	1 800
			2 400	
			2 550	1 675
	1 200		2 100	
			2 250	1 800
			2 250	
			2 400	1 950
			2 550	
			2 700	

NOTE 1 Pour les installations exposées, il est recommandé de choisir le niveau d'isolement le plus élevé.

NOTE 2 Pour les autres niveaux, voir l'IEC 60071-1.

6.3 Fréquence assignée (f_r)

Les valeurs normalisées considérées pour la fréquence assignée sont 50 Hz ou 60 Hz.

7 Conception et construction

7.1 Tolérances de capacité

La capacité mesurée ne doit pas différer de la capacité assignée (C_r) de plus de ± 5 % pour tous les types de condensateurs TTR, sauf accord contraire entre le constructeur et l'utilisateur.

7.2 Exigences concernant les pertes d'un condensateur

Le paragraphe 7.2 de l'IEC 62146-1:2013 s'applique.

7.3 Niveau de décharges partielles

Le niveau de décharges partielles ne doit pas dépasser les limites spécifiées dans le Tableau 3 à la tension d'essai de décharge partielle spécifiée dans ce même tableau conformément aux modes opératoires du 9.4.

Tableau 3 – Tensions d'essai de décharges partielles et niveaux admissibles

Tension d'essai de décharges partielles (valeur efficace)	Niveau de décharges partielles admissible (pC) Condensateurs isolés dans l'air	Niveau de décharges partielles admissible (pC) Condensateurs immergés
$1,2 U_r$	≤ 10	≤ 5
$\frac{1,2 U_r}{\sqrt{3}}$	≤ 5	≤ 3
NOTE 1 Le niveau de décharges partielles admissible est également valable pour les fréquences différentes de celle du système. NOTE 2 Pour des valeurs de capacité de TTR élevées (par exemple supérieures à 10 nF), un bruit de fond en laboratoire d'essai peut avoir une influence sur la mesure des décharges partielles, dans ce cas, il convient de conclure un accord entre l'acheteur et le constructeur. NOTE 3 Pour les condensateurs TTR constitués de plusieurs unités (N) connectées en série, si seules les unités de condensateurs sont soumises à essai, la valeur de la tension d'essai de décharges partielles pour chaque unité est égale à: $1,05 \times \text{tension d'essai de décharges partielles du condensateur TTR} / N$		

7.4 Angle de montage

Pour les applications non immergées, les condensateurs doivent être conçus pour être installés dans des directions verticales ou obliques jusqu'à 45°.

Pour les applications immergées, les condensateurs doivent être conçus pour être installés dans n'importe quelle direction: verticale, horizontale ou oblique.

7.5 Valeur de tenue minimale de la charge de flexion mécanique

7.5.1 Condensateurs montés sur un disjoncteur isolé dans l'air

Ces condensateurs sont fixés sur les deux extrémités des traversées du disjoncteur. Les traversées supportent la contrainte mécanique due aux connexions.

Pour ces condensateurs, le moment de flexion d'essai M_C doit être calculé comme suit:

$$M_C = \left[50 + \frac{m}{2} \right] \times g \times \frac{1}{0,7} \times l \quad (1)$$

où:

M_C est en Nm;

l est la longueur du condensateur en m;

m est la masse du condensateur en kg;

g est l'accélération due à la pesanteur = 9,81 m/s².

Malgré le calcul ci-dessus, la valeur minimale pour M_C doit être de 2 000 Nm.

NOTE 1 Le facteur de 0,7 est tiré du 8.3.1 de l'IEC 62155:2003.

NOTE 2 La masse supplémentaire de 50 kg a été réduite par rapport aux condensateurs qui peuvent être installés à l'horizontale.

7.5.2 Condensateurs immergés

Le moment de flexion d'essai M_C doit être calculé conformément au 7.4.2 de l'IEC 62146-1:2013.

7.5.3 Condensateurs autonomes

Le moment de flexion d'essai M_C doit être conforme à la charge de flexion minimale indiquée au 6.4 de l'IEC 60358-1:2012.

7.6 Exigences concernant le milieu d'imprégnation du condensateur

Le constructeur du condensateur doit spécifier le type de milieu d'imprégnation (liquide, gaz ou milieu sec) utilisé dans le condensateur.

7.7 Protection contre la corrosion

La protection contre la corrosion doit être conforme au 7.6 de l'IEC 62146-1:2013.

7.8 Marquage de l'équipement

Le condensateur doit être équipé de plaques signalétiques contenant au moins les informations suivantes:

- le nom ou la marque du constructeur du condensateur;
- l'année de fabrication;

- la désignation de type donnée par le constructeur du condensateur;
- le numéro de série ou équivalent;
- la tension assignée du condensateur (U_{cr});
- la fréquence assignée du condensateur (f_r);
- la capacité assignée (C_r) et ses tolérances;
- la tension d'essai à fréquence industrielle U_{CPF} ;
- la plage acceptable de température ambiante (telle que déclarée par le constructeur);
- la quantité d'huile ou la pression assignée de remplissage du gaz;
- la désignation de l'huile, du gaz ou du milieu sec;
- la référence à l'édition applicable de l'IEC 62146-2.

7.9 Lignes de fuite pour les isolateurs d'extérieur

Pour l'isolation extérieure sensible à la contamination, les lignes de fuite spécifiques assignées minimales mesurées en millimètres sur la surface d'isolement sont données en millimètres dans la série IEC 60815.

NOTE Les lignes de fuite des condensateurs TTR ont généralement les mêmes spécifications que la traversée du disjoncteur.

7.10 Etanchéité

L'étanchéité doit être conforme au 7.9 de l'IEC 62146-1:2013.

8 Essais de type

8.1 Informations pour l'identification des éprouvettes

L'identification des éprouvettes doit être conforme au 8.1 de l'IEC 62146-1:2013.

8.2 Informations à inclure dans les rapports d'essai de type

Les informations à inclure dans les rapports d'essai de type doivent être conformes au 8.2 de l'IEC 62146-1:2013.

8.3 Conditions d'essai

Les conditions d'essai doivent être conformes au 8.3 de l'IEC 62146-1:2013.

8.4 Essais de type électriques

8.4.1 Généralités

L'objet des essais de type électriques est de soumettre à essai la tenue électrique des parties internes et externes du condensateur.

Pour un condensateur TTR installé parallèlement à la traversée du disjoncteur, si les essais sous pluie et les essais de tension de perturbation radioélectrique (RIV) sont réalisés avec le condensateur TTR monté sur le disjoncteur dans le cadre des essais de type du disjoncteur, les essais à sec remplacent les essais sous pluie sur le condensateur TTR en utilisant le même niveau de tension.

Pour un condensateur TTR autonome, comme il est lui-même considéré comme un équipement, les essais sous pluie et les essais de RIV doivent être réalisés.