

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

Test methods for accessories for power cables with rated voltages from 6 kV ($U_m = 7,2$ kV) up to 30 kV ($U_m = 36$ kV)

Méthodes d'essais des accessoires de câbles d'énergie de tensions assignées de 6 kV ($U_m = 7,2$ kV) à 30 kV ($U_m = 36$ kV)

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61442:2023



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 It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.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

Test methods for accessories for power cables with rated voltages from 6 kV ($U_m = 7,2$ kV) up to 30 kV ($U_m = 36$ kV)

Méthodes d'essais des accessoires de câbles d'énergie de tensions assignées de 6 kV ($U_m = 7,2$ kV) à 30 kV ($U_m = 36$ kV)

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 19.080, 29.060.20

ISBN 978-2-8322-7637-2

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	5
1 Scope	7
2 Normative references	7
3 Terms and definitions	8
4 Test installations and conditions	8
5 AC voltage tests	9
5.1 Dry test for all accessories	9
5.1.1 Installation	9
5.1.2 Method	9
5.2 Wet test for outdoor terminations	9
5.2.1 Installation	9
5.2.2 Method	9
5.3 Test in water for stop ends	9
5.3.1 Installation	9
5.3.2 Method	9
6 DC voltage tests	9
6.1 Installation	9
6.2 Method	9
7 Impulse voltage tests	10
7.1 Installation	10
7.2 Method	10
7.3 Test at elevated temperature	10
8 Partial discharge test	10
8.1 General	10
8.2 Method	10
8.3 Test at elevated temperature	10
9 Tests at elevated temperature	11
9.1 Installation and connection	11
9.2 Measurement of temperature	11
9.2.1 Cable conductor temperature	11
9.2.2 Thermocouple position	11
10 Heating cycle voltage test	15
10.1 Installation and method	15
10.2 Test in air	16
10.3 Test in water	16
10.4 Immersion test for outdoor terminations	17
10.4.1 Installation	17
10.4.2 Method	17
11 Thermal short-circuit test (screen)	17
11.1 Installation	17
11.2 Method	17
12 Thermal short-circuit test (conductor)	18
12.1 Installation	18
12.2 Method	18
13 Dynamic short-circuit test	19

13.1	General.....	19
13.2	Installation	19
13.3	Method	19
14	Humidity and salt fog tests.....	19
14.1	Apparatus	19
14.2	Installation	19
14.3	Method	20
15	Impact test at ambient temperature	20
16	Screen resistance measurement.....	21
16.1	General.....	21
16.2	Installation	21
16.3	Method	21
17	Screen leakage current measurement.....	22
17.1	General.....	22
17.2	Installation	22
17.3	Method	22
18	Screen fault current initiation test	23
18.1	General.....	23
18.2	Installation	23
18.3	Method	24
18.3.1	Solidly earthed system.....	24
18.3.2	Unearthed or impedance earthed system.....	24
19	Operating force test.....	25
19.1	General.....	25
19.2	Installation	25
19.3	Method	25
20	Operating eye test	25
20.1	General.....	25
20.2	Installation	25
20.3	Method	25
21	Capacitive test point performance.....	25
21.1	General.....	25
21.2	Installation	25
21.3	Test method.....	26
Annex A	(informative) Determination of the cable conductor temperature.....	27
A.1	Purpose	27
A.2	Calibration of the test cable conductor temperature	27
A.2.1	General	27
A.2.2	Installation of cable and thermocouples	27
A.2.3	Method	28
A.3	Heating for accessory test.....	29
A.3.1	General	29
A.3.2	Method 1: Test based on measurement of ambient temperature	29
A.3.3	Method 2: Test based on measurement of the external surface temperature	30
A.3.4	Method 3: Test using a control cable	31
Annex B	(informative) Details of the test chamber and spray equipment for humidity and salt fog tests	32

B.1	Test chamber	32
B.2	Spray equipment for humidity and salt fog tests	32
B.3	High voltage transformers	33
	Bibliography	34
	Figure 1 – Terminations tested in air	11
	Figure 2 – Joints tested in air	12
	Figure 3 – Separable connectors tested in air	12
	Figure 4 – Joints tested under water	13
	Figure 5 – Separable connectors tested under water	14
	Figure 6 – Outdoor terminations tested under water	15
	Figure 7 – Heating cycle	16
	Figure 8 – Typical impact test apparatus for joints	21
	Figure 9 – Test arrangement for the screen leakage current measurement	23
	Figure 10 – Test arrangement for screen fault current initiation test	24
	Figure A.1 – Reference cable	28
	Figure A.2 – Arrangement of the thermocouples	28
	Figure A.3 – Current and temperatures curves	31

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61442:2023

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**TEST METHODS FOR ACCESSORIES
FOR POWER CABLES WITH RATED VOLTAGES
FROM 6 kV ($U_m = 7,2$ kV) UP TO 30 kV ($U_m = 36$ kV)**

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 61442 has been prepared by IEC technical committee 20: Electric cables. It is an International Standard.

This third edition cancels and replaces the second edition published in 2005. This edition constitutes a technical revision.

This edition includes the following significant technical changes with respect to the previous edition:

- a) 4.6 – the option to start tests immediately has been included;
- b) 4.11 – methods for testing on belted cables have been included;
- c) 5.3.2 and 10.3 – details of insulation resistance testing has been added;
- d) 8.2 – pre-stress with slightly increased test voltage before applying the partial discharge test has been included;
- e) 11.2 – testing of accessories with external earthing devices has been included;
- f) 11.2 – short-circuit duration and maximum kA levels have been added;

g) 11.2 – temperature measurement is not required if the time between short-circuits > 1 h.

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

Draft	Report on voting
20/2108/FDIS	20/2132/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.

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 61442:2023

TEST METHODS FOR ACCESSORIES FOR POWER CABLES WITH RATED VOLTAGES FROM 6 kV ($U_m = 7,2$ kV) UP TO 30 kV ($U_m = 36$ kV)

1 Scope

This document specifies the test methods applicable for type testing accessories for power cables with rated voltages from 3,6/6 (7,2) kV up to 18/30 (36) kV. The test methods specified in this document apply to accessories for extruded and paper insulated cables according to IEC 60502-2 and IEC 60055-1 respectively.

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 60230:2018, *Impulse tests on cables and their accessories*
IEC 60230:2018/AMD1:2021

IEC 60270:2000, *High-voltage test techniques – Partial discharge measurements*
IEC 60270:2000/AMD1:2015

IEC 60811-401:2012, *Electric and optical fibre cables – Test methods for non-metallic materials – Part 401: Miscellaneous tests – Thermal ageing methods – Ageing in an air oven*
IEC 60811-401:2012/AMD1:2017

IEC 60885-2:1987¹, *Electrical test methods for electric cables – Part 2: partial discharge tests*

IEC 61238-1-3:2018, *Compression and mechanical connectors for power cables – Part 1-3: Test methods and requirements for compression and mechanical connectors for power cables for rated voltages above 1 kV ($U_m = 1,2$ kV) up to 30 kV ($U_m = 36$ kV) tested on non-insulated conductors*

IEC 60949:1988, *Calculation of thermally permissible short-circuit currents, taking into account non-adiabatic heating effects*
IEC 60949:1988/AMD1:2008

¹ Withdrawn.

3 Terms and definitions

No terms and definitions are listed in this document.

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

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

4 Test installations and conditions

- 4.1 The test methods described in this document are intended to be used for type tests.
- 4.2 The test arrangements and the number of test samples are given in the relevant standard.
- 4.3 The test conditions are specified in Clause 5 to Clause 21. When they are not, they shall be as specified in the relevant standards.
- 4.4 The testing parameters and the requirements are given in the relevant standard, unless otherwise stated.
- 4.5 For transition joints (either extruded insulation to extruded insulation or extruded insulation to paper insulation), the testing parameters (voltage and conductor temperature) are those of the lower rated cable.
- 4.6 The tests can be started immediately after installation of accessories on the cable test loops, unless otherwise specified by the manufacturer. The time interval between installation of the accessories and the start of the tests shall be recorded in the test report.
- 4.7 Cable screens, and armour if any, shall be bonded and earthed at one end only to prevent circulating currents.
- 4.8 All parts of an accessory which are normally earthed shall be connected to the cable screen. Any supporting metalwork shall also be earthed.
- 4.9 The ambient temperature shall be $(20 \pm 15) ^\circ\text{C}$.
- 4.10 Tap water shall be used for all tests in water.
- 4.11 Tests on belted cables:

When conducting AC voltage tests and heating cycle voltage tests, a three-phase test voltage and current system shall be used.

When conducting DC voltage tests and the impulse tests, the test voltage shall be applied to one cable conductor and the other two cable conductors and the screen shall be earthed. All cable conductors shall be tested separately.

5 AC voltage tests

5.1 Dry test for all accessories

5.1.1 Installation

The set(s) of accessories shall be erected with all associated metalwork and fittings. The accessories shall be clean and dry before applying the test voltage.

5.1.2 Method

The test shall be made at ambient temperature, and the procedure for voltage application shall be as specified in IEC 60060-1:2010, Clause 6, unless otherwise specified.

5.2 Wet test for outdoor terminations

5.2.1 Installation

The terminations shall be erected in a vertical position, unless they are to be specifically installed in another orientation, with the relative spacing as under service conditions and according to the manufacturer's instructions.

5.2.2 Method

The wet test method is as described in IEC 60060-1:2010, 4.4, and shall be carried out at ambient temperature, unless otherwise specified.

5.3 Test in water for stop ends

5.3.1 Installation

The stop ends shall be installed in a water tank of such dimensions as to have a height of water of $1,00^{+0,1}_0$ m over their top surface, unless otherwise specified. The water shall be at ambient temperature.

5.3.2 Method

The procedure for voltage application shall be as specified in IEC 60060-1:2010, 6.2, unless otherwise specified.

After the AC voltage withstand, the insulation resistance shall be measured between the screen and water. The DC test voltage shall be in the range of 100 V to 1 000 V and shall be applied for a sufficient time to reach reasonably steady measurement, but in any case, not less than 1 min and not more than 5 min.

6 DC voltage tests

6.1 Installation

The set(s) of accessories shall be erected with all associated metalwork and fittings. The accessories shall be clean and dry before applying the test voltage.

6.2 Method

A voltage of negative polarity shall be applied to the cable conductor.

The test shall be made at ambient temperature and the procedure for voltage application shall be as specified in IEC 60060-1:2010, Clause 5.

7 Impulse voltage tests

7.1 Installation

For preparation of the test installation, involving metal enclosures and terminal boxes, reference shall be made to the relevant standard.

The three phases of the three-core accessories can be tested together, unless the spaces between each phase are specified. In this case (such as three single-core terminations in an enclosure), each phase of the three-core accessories shall be tested at a time, with the other two phases earthed.

7.2 Method

The test shall be conducted according to the procedure given in IEC 60230:2018, Clause 5, Clause 6, Clause 7, Clause 9 and Clause 10 and IEC 60230:2018/AMD1:2021, Clause 10, and shall be carried out at ambient temperature, unless otherwise specified.

7.3 Test at elevated temperature

The installation and the measurement of temperature are given in Clause 9.

The cable conductor shall be heated and stabilized for at least 2 h at a temperature of

- 5 K to 10 K above the maximum cable conductor temperature in normal operation for extruded insulation cables,
- 0 K to 5 K above the maximum cable conductor temperature in normal operation for paper insulated cables,

before and during the impulse test.

8 Partial discharge test

8.1 General

This test is only required for accessories for extruded insulation single-core cables and three-core cables with individually semi-conducting screened cores. It is not required for accessories incorporating paper insulated cables.

8.2 Method

The test shall be conducted in accordance with IEC 60270:2000 and IEC 60270:2000/AMD1:2015 and IEC 60885-2:1987² and shall be carried out at ambient temperature, unless otherwise specified.

The partial discharge shall be measured at the test voltage given in the relevant standard after maintaining the test object for 1 min at a pre-stressing voltage equal to the specified test voltage increased by $0,25 U_0$.

8.3 Test at elevated temperature

The installation and the measurement of temperature are given in Clause 9.

² Withdrawn.

The cable conductor shall be heated and stabilized for at least 2 h at a temperature of 5 K to 10 K above the maximum cable conductor temperature in normal operation, before and during the partial discharge test.

9 Tests at elevated temperature

9.1 Installation and connection

The accessories shall be erected, supported where necessary and provided with connections to permit heating current to be circulated.

Where terminations or separable connectors are to be tested, the connection between either lugs or bushings shall have an electrical cross-section equivalent to that of the cable conductor.

Where branch joints are to be tested, only the main cable shall carry the heating current.

Three-core accessories can be connected for either single-phase or three-phase heating current. When heated with single-phase current a single-phase voltage shall be superimposed on the heating current. Respectively when heated with three-phase current a three-phase voltage shall be superimposed on the heating current. In the case of a magnetic covering, a three-phase heating current shall be applied.

Accessories for belted cables shall be subjected to three-phase voltage.

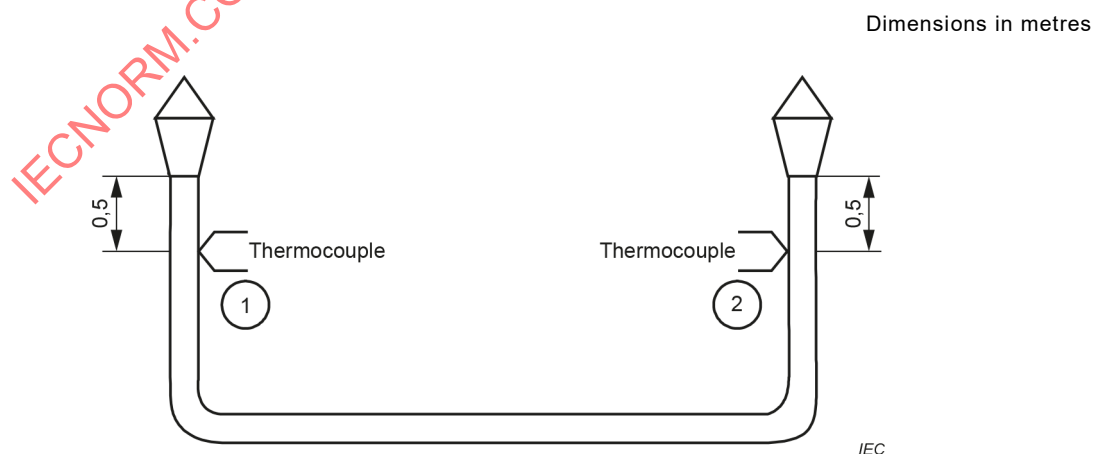
9.2 Measurement of temperature

9.2.1 Cable conductor temperature

It is recommended that one of the methods described in Annex A is used to determine the actual conductor temperature.

9.2.2 Thermocouple position

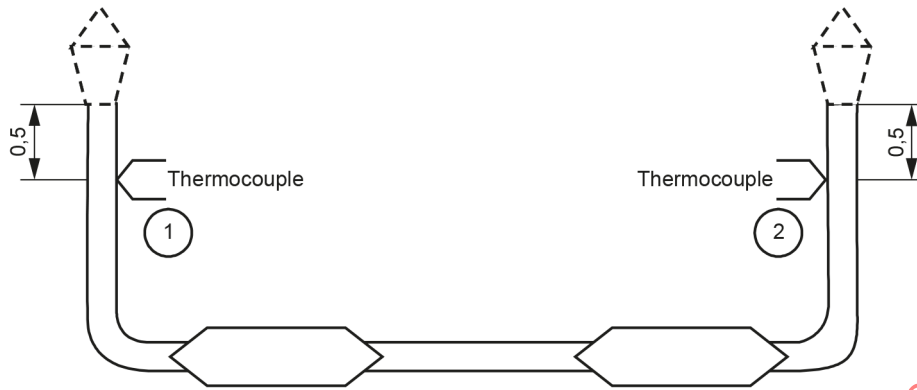
If method 2 of Annex A is used to determine the conductor temperature, two thermocouples shall be attached to the cable sheath as shown in Figure 1 to Figure 6.



All distances mentioned to position thermocouples are minimum values.

Figure 1 – Terminations tested in air

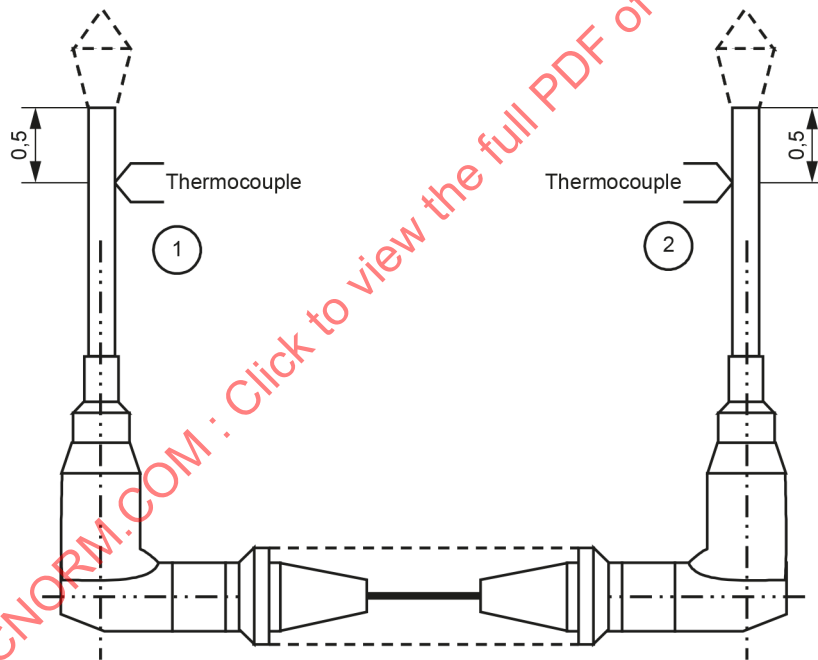
Dimensions in metres



All distances mentioned to position thermocouples are minimum values.

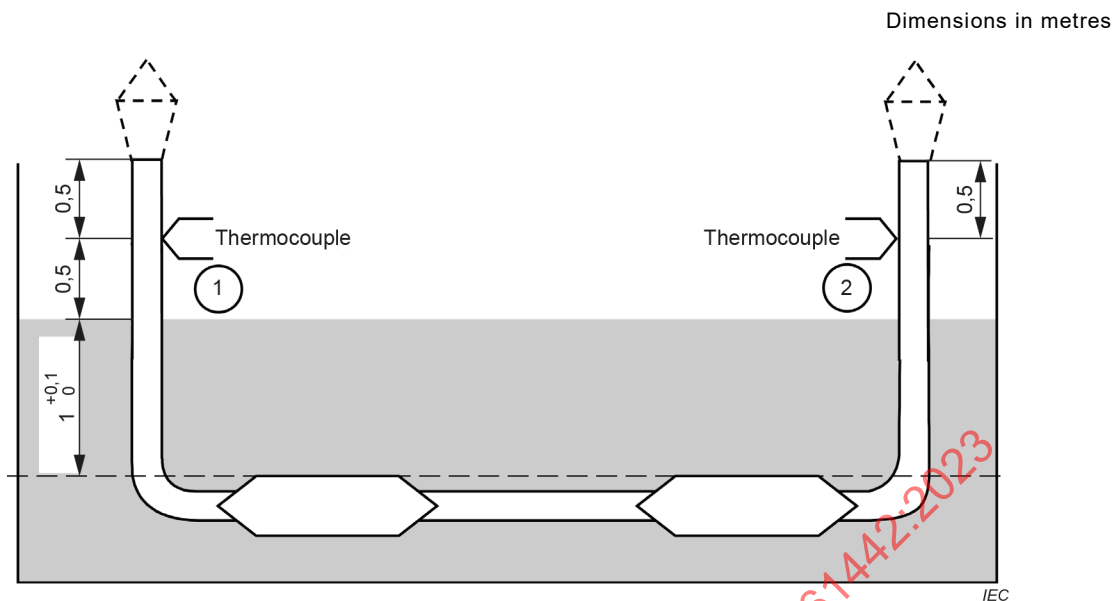
Figure 2 – Joints tested in air

Dimensions in metres



All distances mentioned to position thermocouples are minimum values.

Figure 3 – Separable connectors tested in air

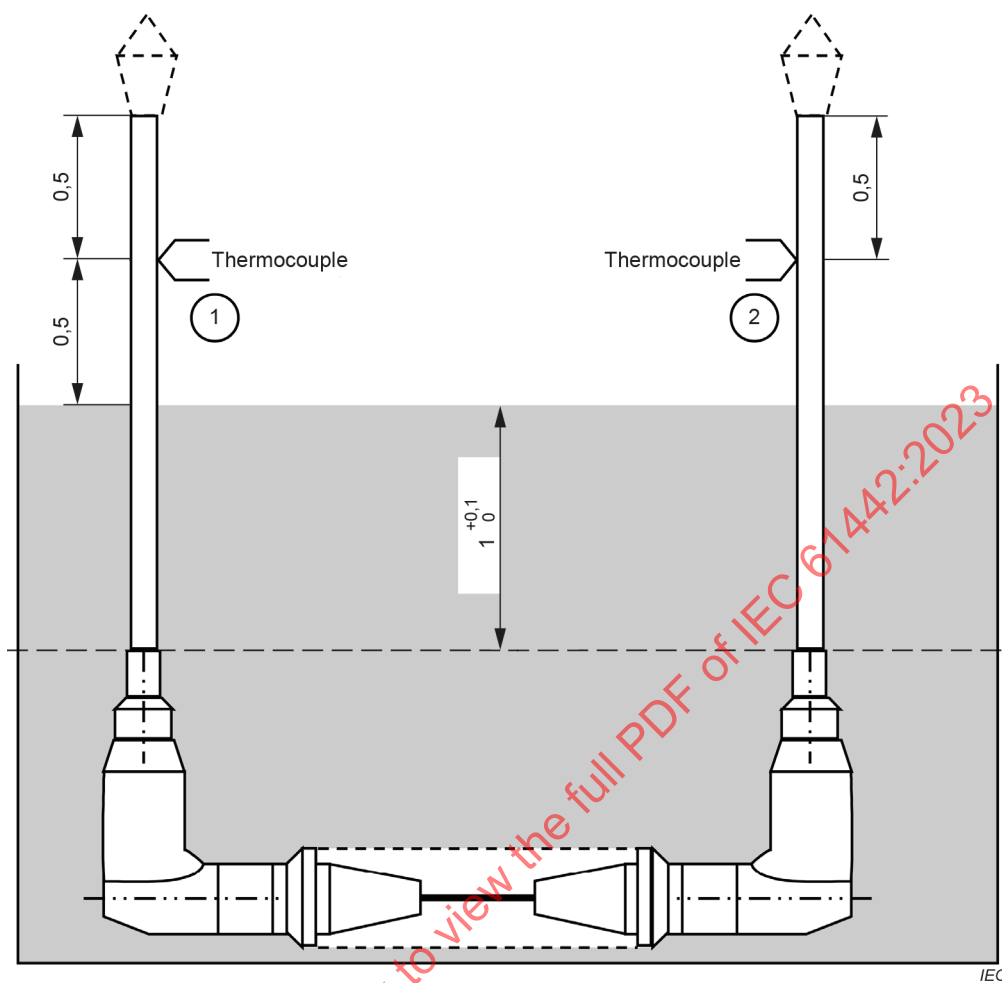


All distances mentioned to position thermocouples are minimum values.

NOTE The height of the water is as indicated, unless otherwise specified.

Figure 4 – Joints tested under water

Dimensions in metres

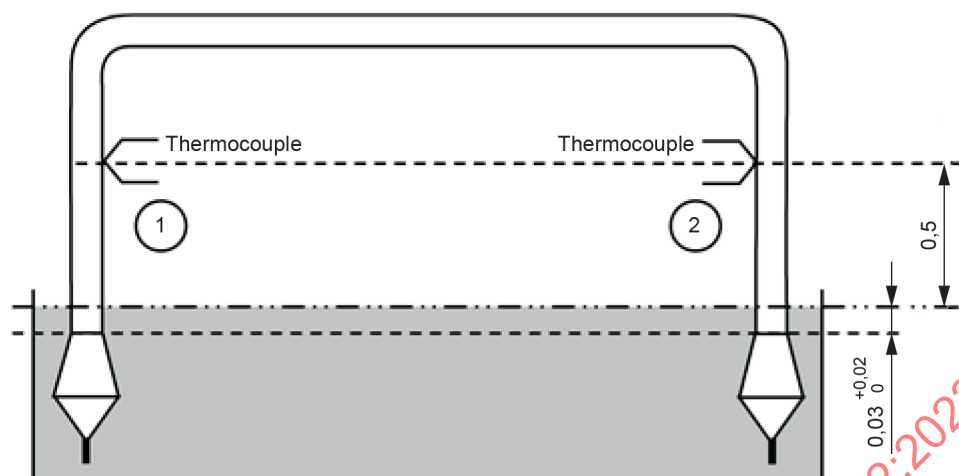


All distances mentioned to position thermocouples are minimum values.

NOTE The height of the water is as indicated, unless otherwise specified.

Figure 5 – Separable connectors tested under water

Dimensions in metres



IEC

All distances mentioned to position thermocouples are minimum values.

Figure 6 – Outdoor terminations tested under water

10 Heating cycle voltage test

10.1 Installation and method

The arrangement for tests in air or water shall be as given in Clause 9.

The measurement of temperature is also given in Clause 9.

Each heating cycle in air or water shall be of at least 8 h duration with at least 2 h at a steady temperature:

- 5 K to 10 K above the maximum cable conductor temperature in normal operation for cables with extruded insulation;
- 0 K to 5 K above the maximum cable conductor temperature in normal operation for paper insulated cables.

followed by at least 3 h of natural cooling to within 10 K of ambient temperature (see Figure 7).

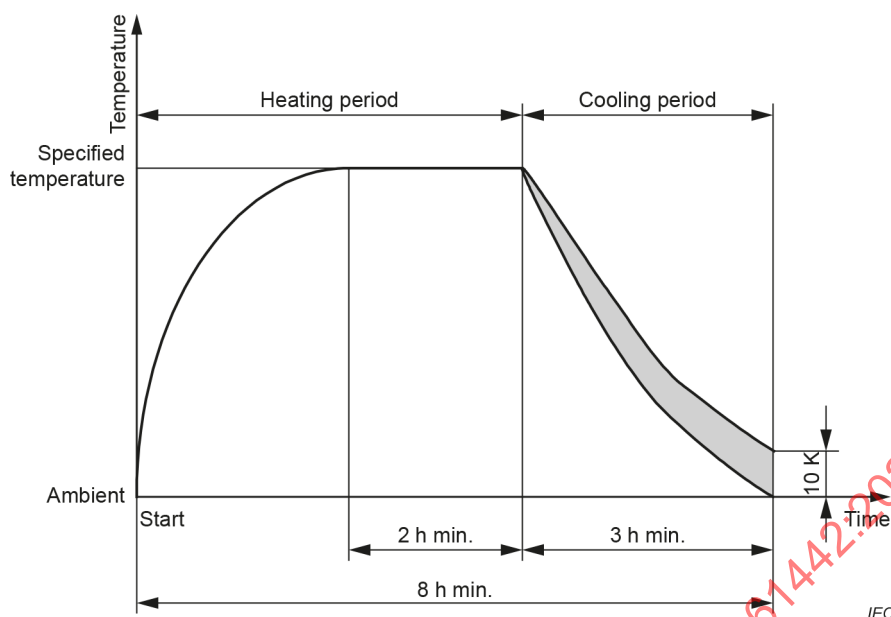


Figure 7 – Heating cycle

10.2 Test in air

The test assembly shall be subjected to the required number of heating cycles, energized at the voltage given in the relevant standard.

10.3 Test in water

For heat cycling in water, joints or separable connectors shall be installed in a vessel so as to have a height of water $1,00^{+0,1}_0$ m above the top surface of all accessories under test, unless otherwise specified. The water shall be at ambient temperature.

For accessories used with non-longitudinally water-blocked cable designs, the heating cycles voltage test under water shall be performed with oversheath damage. Expose the core(s) of one polymeric insulated cable at the entry to the accessory by removing an annulus of the oversheath, together with any bedding or filling material, of at least 50 mm in length, at a point which will be within the water and between 50 mm and 150 mm from the exterior of the accessory.

The exposure of the core(s) shall be made on the side with the shorter length between the oversheath cut and connectors.

NOTE The oversheath damage requirement does not apply to longitudinally water-blocked cable designs.

The test under water is not required for joints with a continuous metallic covering plumbed or welded to the cable metallic sheath.

The test assembly shall be subjected to the required number of thermal cycles, energized at the voltage given in the relevant standard.

After testing, the insulation resistance shall be measured between the conductor and metallic screen/sheath and the screen to water. The insulation resistance shall be measured between the screen and water only for cables without oversheath damage. The DC test voltage shall be in the range of 100 V to 1 000 V and shall be applied for a sufficient time to reach reasonably steady measurement, but in any case, not less than 1 min and not more than 5 min.

10.4 Immersion test for outdoor terminations

10.4.1 Installation

All the terminations of a the test loop shall be immersed in water at ambient temperature with a height of water $0,03^{+0,02}_0$ m above every part of the terminations. The test loop shall be installed upside down in a water tank at ambient temperature, in such a way that the terminations are fully immersed in water, including the end of the sealing element (see Figure 6).

10.4.2 Method

The test loop shall be subjected to 10 cycles under the conditions given in 10.1. The test loop shall not be energized.

11 Thermal short-circuit test (screen)

11.1 Installation

The test loop shall consist of the cable with its accessories.

The screen connections at both ends of the test loop shall be disconnected from earth and connected to a short-circuit generator. Accessories equipped with external earthing devices shall have these connections included in the short-circuit test.

The thermocouples to measure the screen temperature should be installed at minimum 0,5 m from the termination as shown in Figure 1, Figure 2 and Figure 3.

11.2 Method

The current (I_{sc}) and duration (t) for the test shall be agreed between the manufacturer and the customer, taking into account the actual short-circuit conditions of the network and the cable design. The duration (t) and current (I_{sc}) of the short-circuit shall be $(1 \pm 0,5)$ s up to a maximum current of 25 kA, if not otherwise specified. If the required short-circuit current exceeds this value a longer duration ≤ 5 s with a current between 25 kA and 45 kA shall be used.

The installation and the measurement of the conductor temperature are given in Clause 9.

The cable conductor shall be heated and stabilized for at least 2 h at a temperature of

- 5 K to 10 K above the maximum cable conductor temperature in normal operation for cables with extruded insulation;
- 0 K to 5 K above the maximum cable conductor temperature in normal operation for paper insulated cables,

before carrying out the short-circuit test.

Before and after the short-circuits, the temperature of the screen shall be measured using thermocouples or any other suitable means. Measurement of the screen temperature is not necessary, if the time between the two stresses is longer than 1 h while continuing to apply heating current in the cable conductor.

Two short-circuits, corresponding to the current and time requirements agreed, shall then be applied to the screen. The achieved Joule integral (I^2t) shall be within 0 % and +10 % of the calculated integral value. Between the two short-circuits, the cable screen shall be allowed to cool to a temperature less than 10 K above its temperature prior to the first short-circuit.

If the current is not constant during the short-circuit, it is recommended to determine the RMS value of the short-circuit current using IEC 61238-1-3:2018, Annex E.

12 Thermal short-circuit test (conductor)

12.1 Installation

The test loop shall consist of the cable with its accessories.

Three-core accessories shall be tested with one end of the cable loop connected to the short-circuit generator and the other to a short-circuiting bar as described in the relevant standard. Alternatively, the three cores may be connected in series and tested as single-core accessories.

12.2 Method

The short-circuit method shall follow IEC 61238-1-3:2018, 6.4.1 and 6.4.2 with the following adjustment:

- The tests shall be carried out on the test loop at ambient temperature.
- Two short-circuits shall be applied using either alternating current or direct current.

Between the two short-circuits, the test loop shall be allowed to cool to a temperature less than 10 K above its temperature prior to the first short-circuit (θ_i). An alternative method to avoid having to measure the conductor temperature prior to the second short-circuit is to ensure that the test sample has cooled for > 3 h. If a cooling duration of > 3 h is applied, the I^2t of the first short-circuit applies also for the second short-circuit.

The maximum permissible short-circuit temperature of the cable conductor is given in IEC 60949:1988 and IEC 60949:1988/AMD1:2008.

The following formulae from IEC 60949:1988 and IEC 60949:1988/AMD1:2008 shall be used:

For aluminium conductors:
$$I^2t = 2,19 \times 10^4 \times S^2 \times \ln \left(\frac{\theta_{sc} + 228}{\theta_i + 228} \right)$$

For copper conductors:
$$I^2t = 5,11 \times 10^4 \times S^2 \times \ln \left(\frac{\theta_{sc} + 234,5}{\theta_i + 234,5} \right)$$

where

I is the RMS value of the short-circuit current (A);

t is the duration (s);

S is the conductor cross-sectional area (mm²);

θ_{sc} is the permissible short-circuit conductor temperature (°C);

θ_i is the conductor temperature at the start of the test (°C);

$\ln$ is the $\log_e$.

If the current is not constant during the short-circuit, it is recommended to determine the RMS value of the short-circuit current using IEC 61238-1-3:2018, Annex E.

13 Dynamic short-circuit test

13.1 General

This test is a three-phase test required for single-core cable accessories designed for initial peak currents higher than 80 kA and for three-core cable accessories designed for initial peak currents higher than 63 kA.

13.2 Installation

The test loop shall consist of either three single-core cables or a three-core cable with accessories.

One end of the test cable loop shall be connected to the short-circuit generator and the other to a short-circuiting bar, as described in the relevant standard.

For terminations, separable connectors and joints, the cable and accessories clamping method and the spacing between the accessories shall be as recommended by the manufacturer and shall be recorded in the test report. In addition, single-core cable joints shall be tested in a trefoil configuration with oversheaths in contact, unless a spaced trefoil is specified in which case the spacings shall be recorded.

13.3 Method

The short-circuit current shall be applied for a minimum of 10 ms to ensure that the initial peak current, as specified in the relevant standard, is reached.

The waveform shall be recorded.

NOTE In practice, clearance times of the order of 60 ms can be expected. Exceeding this time can cause thermal problems with the cable or accessory.

14 Humidity and salt fog tests

14.1 Apparatus

A single- or three-phase AC voltage source is required. The maximum voltage drop at the high voltage side of the source shall be less than 5 % at 250 mA leakage current during the test.

A humidity test chamber shall be used, equipped with spray nozzles or other form of humidifier capable of discharging atomized water at a rate of $(0,4 \pm 0,1) \text{ l/h/m}^3$ volume. Throughout the test duration, the spray water conductivity shall be $(70 \pm 10) \text{ mS/m}$ for humidity tests and $(1\,600 \pm 200) \text{ mS/m}$ for salt fog tests. The chamber shall be designed such that no water drips directly on the accessories during the test.

Guidance on the test chamber and on the spray equipment is given in Annex B.

14.2 Installation

The test accessories shall be installed in the humidity chamber with the accessories having the same orientation and relative spacing as installed in service, and according to the manufacturer's instructions.

Three unscreened separable connectors or three shrouded terminations shall be mounted in a test terminal box and subjected to a three-phase voltage.

The three-core terminations shall also be subjected to a three-phase voltage.

In the case of a compact installation of three single-core terminations, it is recommended to carry out the test with a three-phase voltage.

The phase(s) of the transformer shall be protected with an automatic tripping device, connected to the current measuring source, set to de-energize the circuit when a leakage current of $(1,0 \pm 0,1)$ A RMS flows in the high-voltage circuit for a period between 50 ms and 250 ms.

14.3 Method

The humidity chamber during the tests shall be at ambient temperature.

The duration and the voltage of the tests are given in the relevant standard.

Up to 5 % of the testing duration shall be permitted in breaks. Cleaning of the accessories or any other form of similar interference shall not be permitted during the test.

The accessories shall be photographed in colour in at least two opposite directions before commencement and after completion of the test. Photographs shall clearly show the condition of the leakage path.

The condition of the samples shall be noted at the end of the test.

The test results shall record the occurrence of any flashover, a description and photographs of the condition of the accessories, particularly any tracking, erosion or mechanical damage. This information shall be included in the test report.

15 Impact test at ambient temperature

The test shall be carried out on joints, transition-joints and branch-joints only.

Prior to impacting, the insulation resistance shall be measured between the conductor and the metallic screen/sheath. The DC test voltage shall be in the range of 100 V to 1 000 V and shall be applied for a sufficient time to reach reasonably steady measurement, but in any case, not less than 1 min and not more than 5 min.

If more than one joint is included in the loop, provision shall be made for the insulation resistance of each joint to be measured separately.

The joint shall be placed on a hard base, for example a concrete slab or floor, and solidly supported in a box filled with sand up to the horizontal centre line of the accessory (see Figure 8).

A wedge shaped steel block of $(4,00 \pm 0,05)$ kg having a $(90 \pm 1)^\circ$ angle with a $(2 \pm 0,4)$ mm radius impacting edge shall be dropped freely from a height of $(1,0 \pm 0,01)$ m onto the joint so that the impacting edge is horizontal and at right angles to the axis of the joint. There shall be one impact at each end of the joint and one impact at a position over the conductor connectors. The impact at the end of the joint shall be at the oversheath cut in the case of an extruded insulation cable and at the metallic sheath cut in the case of a metallic sheathed cable.

After the impact test, the joint shall be immersed in water at ambient temperature with a height of water $1,00^{+0,1}_0$ m over the top surface of the joint for a minimum of 3 h. The insulation resistance shall then again be measured as specified above between the conductor and the metallic screen/sheath and between the metallic screen/sheath (if insulated) and the water.

Details of visible effects and position of the impacts on the joint shall be recorded by photographs in the test report.

Dimensions in millimetres

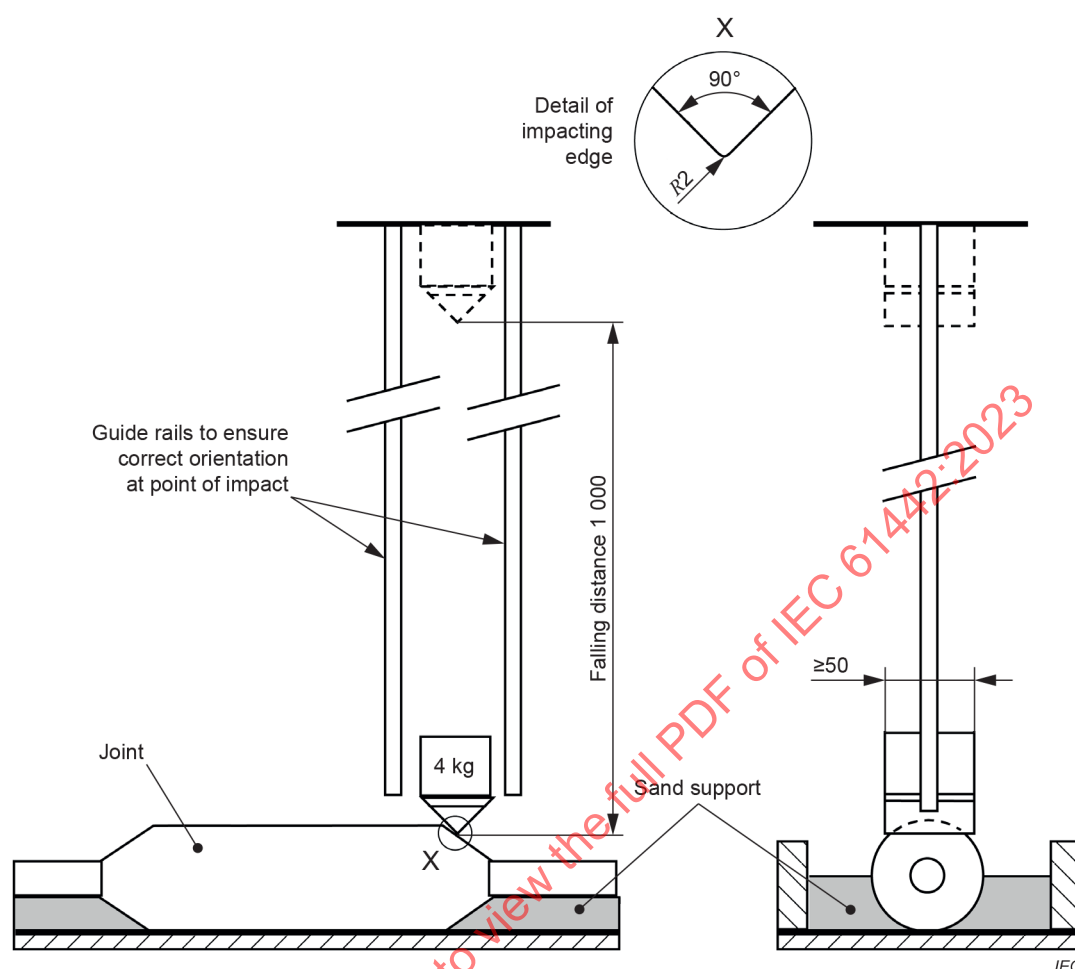


Figure 8 – Typical impact test apparatus for joints

16 Screen resistance measurement

16.1 General

The purpose of this test is to ensure that if a separable connector is touched by hand when it is in service, no electrical shock is experienced.

This test shall be carried out on separable connectors without a metallic housing or with a removable metallic housing. The metallic housing shall be removed prior to the test.

This test is not required for separable connectors which can only be used in service with the metallic housing in position.

16.2 Installation

The test shall be carried out on a separable connector which does not require to be installed on either a cable or a mating bushing. Silver painted or wraparound electrodes shall be installed at each end of the separable connector.

16.3 Method

The screen resistance of the separable connector shall be measured at ambient temperature between the two electrodes. The power dissipation of the test circuit shall not exceed 100 mW.

The sample shall then be subjected to thermal ageing in an air oven at $(120 \pm 2) ^\circ\text{C}$ for 168 h under the conditions described in IEC 60811-401:2012.

The separable connector screen resistance at ambient temperature shall be measured again as above.

17 Screen leakage current measurement

17.1 General

The purpose of this test is to ensure that if a separable connector is touched by hand when it is in service, no electrical shock is experienced.

This test is required for separable connectors without a metallic housing or with a removable metallic housing. The metallic housing shall be removed prior to the test.

This test is not required for separable connectors which can only be used in service with the metallic housing in position.

17.2 Installation

A separable connector shall be installed on a length of cable and connected to its mating bushing.

17.3 Method

The test shall be carried out at ambient temperature.

A metal foil of 50 mm × 50 mm, shall be fixed without any air gap to the outer screen of the separable connector as far as possible from the earthing points:

- in the case of separable connectors with an earthed metal flange (see Figure 9 a)), the metal foil shall be placed mid-way between the metal flange and the earth bond of the cable screen;
- in the case of separable connectors without a metal flange (see Figure 9 b)), the metal foil shall be placed at the end of the separable connector opposite to the earth bond of the cable screen.

In both cases, the metal foil shall be earthed through a milliammeter and a resistance of 2 000 Ω , as shown in Figure 9.

The leakage current shall be measured with an AC test voltage of U_m applied between the conductor and earth.

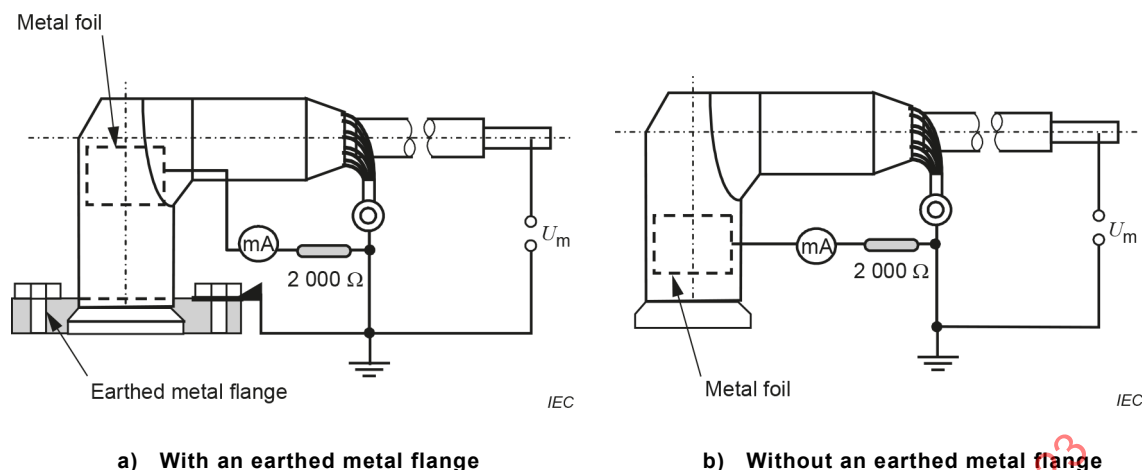


Figure 9 – Test arrangement for the screen leakage current measurement

18 Screen fault current initiation test

18.1 General

The purpose of this test is:

- a) in the case of a solidly earthed system or resistance earthed system, in which the first earth fault is cleared,
to demonstrate the ability of the separable connector screen to initiate a fault to earth which produces sufficient current to operate the circuit protection, should its insulation fail;
- b) in the case of an unearthed or impedance earthed system, in which the first earth fault is held,
to demonstrate the ability of the separable connector screen to initiate and sustain a fault current to earth, should its insulation fail.

The test is applicable only to screened separable connectors and shall be carried out with the connectors installed as in service.

This test is required for separable connectors without a metallic housing or with a removable metallic housing. The metallic housing shall be removed prior to the test.

This test is not required for separable connectors which can only be used in service with the metallic housing in position.

18.2 Installation

A separable connector shall be assembled on a cable in accordance with the manufacturer's instructions. All parts of the separable connector which are normally earthed shall be connected to the cable screen, including the bushing screen.

For testing separable connectors used in solidly earthed systems, the faulting rod shall be of erosion resistant metal, $(10 \pm 0,5)$ mm in diameter and threaded at one end to engage the accessory metal connector through a drilled hole. The rod shall be in contact with the inner and outer screens and shall not protrude beyond the outer screen surface, as shown in Figure 10.

For separable connectors used in unearthed systems or impedance earthed systems, the faulting rod shall be replaced by a copper wire of approximately 0,2 mm in diameter. The wire shall be in contact with the inner and outer screens and shall not protrude beyond the outer screen surface, as shown in Figure 10.

18.3 Method

18.3.1 Solidly earthed system

The test shall be carried out at ambient temperature.

The circuit shall be adjusted to impose the separable connector phase-to-earth voltage U_0 on the test specimen and a short-circuit current of $(10 \pm 0,5)$ kA RMS. The test specimen shall be subjected to two tests that cause initiation of a fault current arc to earth, each operation having a minimum current flow duration of 0,2 s. Between the two tests, the test sample shall be allowed to cool to a temperature less than 10 K above its temperature prior to the first test.

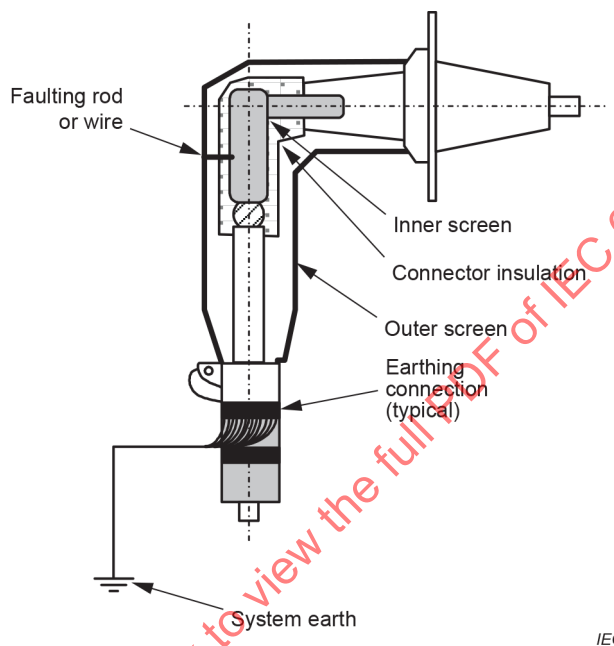


Figure 10 – Test arrangement for screen fault current initiation test

18.3.2 Unearthed or impedance earthed system

The test shall be carried out at ambient temperature.

The circuit shall be adjusted to impose the separable connector phase-to-earth voltage U_0 on the test specimen and a short-circuit current of at least 10 A RMS.

The current for the short-circuit test shall be agreed upon between the manufacturer and the customer, taking into account the actual short-circuit conditions of the network.

The test voltage and current shall be recorded continuously during the entire period. The sequence of the test shall be as follows:

- a) voltage switched on for 1 s;
- b) voltage switched off for 2 min;
- c) voltage switched on for 2 min;
- d) voltage switched off for 2 min;
- e) voltage switched on for 1 min;
- f) voltage switched off.

19 Operating force test

19.1 General

This test is only required for screened separable connectors equipped with a sliding contact.

19.2 Installation

A separable connector shall be assembled in accordance with the manufacturer's instructions and connected to its mating bushing, using the lubricant supplied by the manufacturer.

19.3 Method

The separable connector assembly shall be conditioned at $(-20 \pm 2) ^\circ\text{C}$ for at least 12 h. The test shall be carried out within 5 min after removal from the conditioning chamber. The separable connector shall be clamped by means of a suitable tool which allows operation along the axis of the separable connector and mating bushing interface.

A force shall be gradually applied to the separable connector in the axial direction. The force to open and close the separable connector and bushing interface shall be measured.

20 Operating eye test

20.1 General

This test is only required for screened separable connectors equipped with a sliding contact.

20.2 Installation

A separable connector shall be assembled on a cable loop in accordance with the manufacturer's instructions and connected to its mating bushing, using the lubricant supplied by the manufacturer. The separable connector shall be mechanically clamped along the interface.

20.3 Method

The test shall be carried out at ambient temperature.

A tensile force shall be gradually applied to the operating eye with a suitable tool in the direction of the bushing axis up to the specified force and maintained for the specified time as given in the relevant standard.

A rotational torque shall then be gradually applied, up to the specified value given in the relevant standard, using a suitable tool first in a clockwise direction and then in an anticlockwise direction.

21 Capacitive test point performance

21.1 General

This test is only required for screened separable connectors with a capacitive divider.

21.2 Installation

A separable connector shall be installed on a cable and the outer screen earthed in accordance with the manufacturer's instructions. It is not necessary for the separable connector to be connected to its mating bushing. It is recommended that the length of cable used be as short as possible.

21.3 Test method

Since the capacitances to be measured are very small, the use of a differential bridge is recommended in order to eliminate the influence of stray capacitances.

The following capacitances shall be measured at ambient temperature:

- C_{tc} : capacitance between the test point and the cable conductor;
- C_{te} : capacitance between the test point and the earth.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61442:2023

Annex A (informative)

Determination of the cable conductor temperature

A.1 Purpose

For some of the accessory tests, it is necessary to raise the cable conductor to a given temperature, typically 5 K to 10 K above the maximum temperature in normal operation, while the cable is energized, either at power frequency or under impulse conditions. It is therefore not possible to have access to the conductor to enable the direct measurement of temperature.

In addition, the conductor temperature should be maintained within a restricted range (5 K), whereas the ambient temperature may vary over a wider range.

Thus, it is necessary to carry out a preliminary calibration on the test cable to determine the actual conductor temperature during the accessory tests, allowing for the permitted variation in ambient temperature.

Guidance is given hereafter on commonly used methods.

A.2 Calibration of the test cable conductor temperature

A.2.1 General

The purpose of the calibration is to determine the conductor temperature by direct measurement for a given current, within the temperature range required for the test.

The cable used for calibration should be identical to that to be used for the accessory test.

A.2.2 Installation of cable and thermocouples

The calibration should be performed on a minimum cable length of 2 m, the thermocouples being installed at 0,5 m from the cable ends, as shown in Figure A.1.

At each place, two thermocouples should be attached: one on the conductor (a), and one on the external surface (b), as shown in Figure A.2.

NOTE The thermocouples (b) on the external surface are only necessary if the method in A.3.3 is used.

It is recommended that the thermocouples are attached to the conductor by mechanical means since they can move due to vibrations of the cable conductor during heating.

If the actual test loop includes several individual cable lengths installed close to each other, these lengths will be subjected to thermal proximity effect. The calibration should therefore be carried out taking account of the actual test arrangement, measurements being performed on the hottest cable length (usually the middle length).

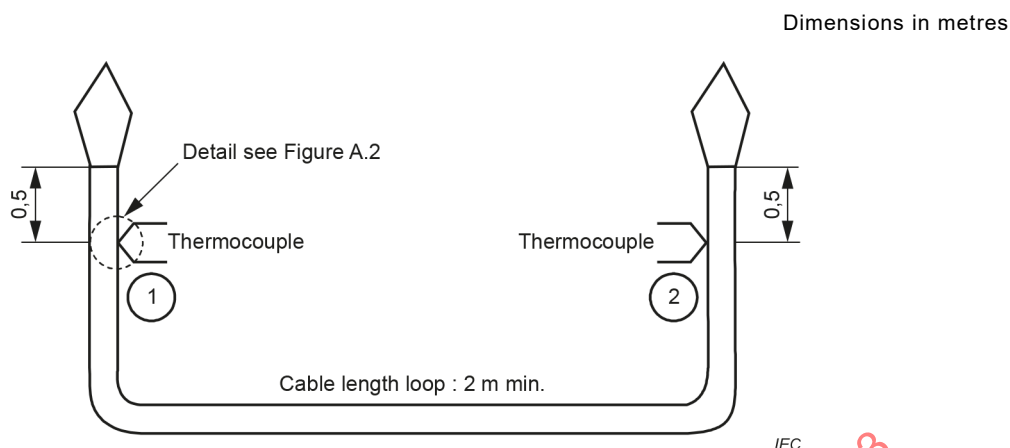
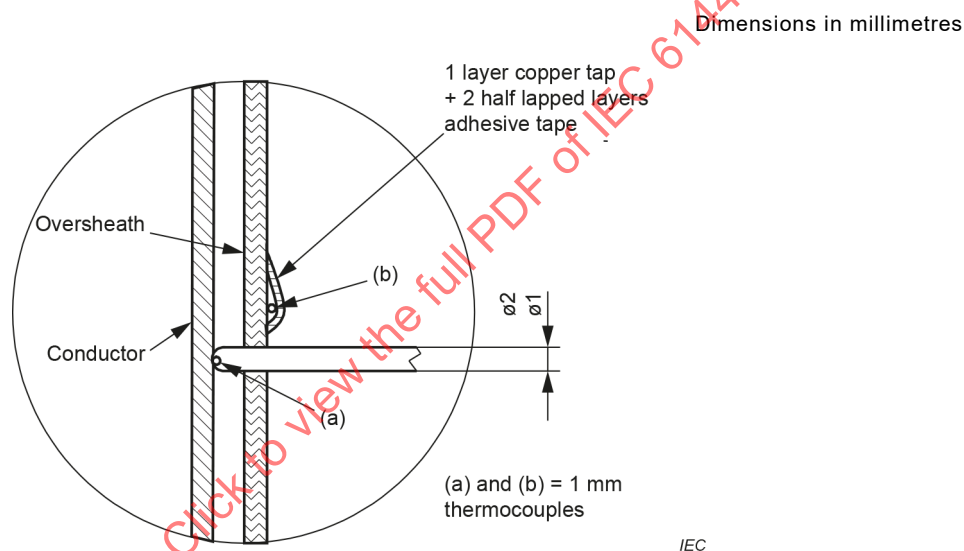


Figure A.1 – Reference cable



NOTE Optionally the thermocouple can be welded to the copper tape at (b).

Figure A.2 – Arrangement of the thermocouples

A.2.3 Method

The calibration should be carried out in a draught free situation at a temperature between 5 °C and 35 °C.

Temperature recorders should be used to measure the conductor, sheath and ambient temperatures.

The cable should be heated until the conductor temperatures a_1 and a_2 , indicated by thermocouples (a) at positions 1 and 2 of Figure A.1, have stabilized and reached the temperatures given below:

- between 5 K and 10 K above the maximum conductor temperature of the cable in normal operation, as given in the relevant standard for extruded insulation cables;
- between 0 K and 5 K above the maximum conductor temperature of the cable in normal operation, as given in the relevant standard for paper insulated cables.

It is considered that stabilization has been reached if the conductor temperatures, a_1 and a_2 , do not show any variation larger than 2 K within a 2 h period.

When stabilization has been reached, the following should be noted:

- $\theta_{\text{cond}} = \frac{(a_1 + a_2)}{2}$;
- $\theta_{\text{sheath.c}} = \frac{(b_1 + b_2)}{2}$;
- $\theta_{\text{amb.c}}$;
- I_{cal} ;

where

- θ_{cond} is the temperature of the conductor;
- $\theta_{\text{sheath.c}}$ is the external temperature of the sheath during calibration;
- $\theta_{\text{amb.c}}$ is the ambient temperature during calibration;
- I_{cal} is the current during calibration.

A.3 Heating for accessory test

A.3.1 General

- R_{20} is the resistance per unit length of conductor at 20 °C (see IEC 60228);
- α_{20} is the temperature coefficient of resistance at 20 °C (see IEC 60228);
- T is the thermal resistance between the conductor and the surrounding medium (including T_4 , the thermal resistance of air);
- T' is the thermal resistance between the conductor and the external surface of cable (excluding T_4 , the thermal resistance of air).

NOTE According to the IEC 60287 series calculation methodology: $T' = T_1 + nT_2 + nT_3$

where

$n = 1$ for single-core cables;

$n = 3$ for three-core cables;

$T = T' + nT_4$.

- $\theta_{\text{amb.t}}$ is the ambient temperature during the accessory test;
- $\theta_{\text{sheath.t}}$ is the temperature of the external surface during the accessory test;
- I_{test} is the current during the accessory test.

A.3.2 Method 1: Test based on measurement of ambient temperature

Assuming that dielectric, metallic sheath and armour losses are negligible:

- during the cable calibration:

$$\theta_{\text{cond}} - \theta_{\text{amb.c}} = R_{20} \times I_{\text{cal}}^2 [1 + \alpha_{20} (\theta_{\text{cond}} - 20)] T \quad (\text{A.1})$$

- during the accessory test:

$$\theta_{\text{cond}} - \theta_{\text{amb.t}} = R_{20} \times I_{\text{test}}^2 [1 + \alpha_{20} (\theta_{\text{cond}} - 20)] T' \quad (\text{A.2})$$

(it is assumed that T , and particularly T_4 , have not changed).

Combining Equations (A.1) and (A.2) gives:

$$I_{\text{test}} = I_{\text{cal}} \sqrt{\frac{\theta_{\text{cond}} - \theta_{\text{amb.t}}}{\theta_{\text{cond}} - \theta_{\text{amb.c}}}} \quad (\text{A.3})$$

A.3.3 Method 2: Test based on measurement of the external surface temperature

- during the cable calibration:

$$\theta_{\text{cond}} - \theta_{\text{sheath.c}} = R_{20} \times I_{\text{cal}}^2 [1 + \alpha_{20} (\theta_{\text{cond}} - 20)] T' \quad (\text{A.4})$$

- during the accessory test:

$$\theta_{\text{cond}} - \theta_{\text{sheath.t}} = R_{20} \times I_{\text{test}}^2 [1 + \alpha_{20} (\theta_{\text{cond}} - 20)] T' \quad (\text{A.5})$$

Combining Equations (A.4) and (A.5) gives:

$$I_{\text{test}} = I_{\text{cal}} \sqrt{\frac{\theta_{\text{cond}} - \theta_{\text{sheath.t}}}{\theta_{\text{cond}} - \theta_{\text{sheath.c}}}} \quad (\text{A.6})$$

It should be noted that Equation (A.4) allows the determination of the internal thermal resistance T' of the cable from readings of temperature and current.

Equation (A.5) can be written in the form:

$$\theta_{\text{cond}} = \frac{\theta_{\text{sheath.t}} + (1 - 20 \alpha_{20}) R_{20} I_{\text{test}}^2 T'}{1 - \alpha_{20} R_{20} I_{\text{test}}^2 T'} \quad (\text{A.7})$$

It is therefore possible to transpose Formula (A.7) in the form of a chart, as shown in Figure A.3, giving θ_{cond} from $\theta_{\text{sheath.t}}$ readings, for various values of the heating current $I_{\text{test } 1}$, $I_{\text{test } 2}$, etc.

The use of such a chart is advisable if the test is not automatically controlled.

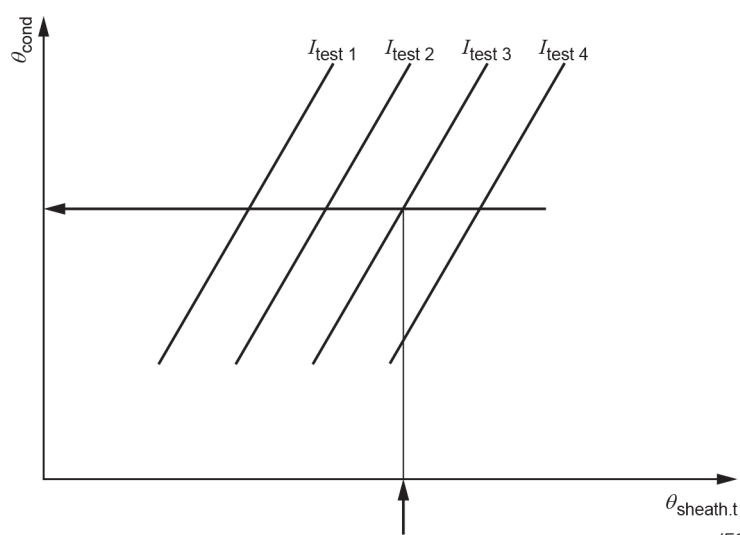


Figure A.3 – Current and temperatures curves

A.3.4 Method 3: Test using a control cable

In this method, a control cable identical to the cable used for the test is heated with the same current as the test loop. This cable is not energized and therefore thermocouples can be fitted to the conductor as recommended in A.2.2 above.

The test arrangement should be such that

- the control cable carries the same current as the test loop at any time,
- it is installed in such a way that mutual heating effects are taken into account throughout the test,
- for the test in water, the control cable remains in air in a draught free situation.

The thermocouples should be mounted on the external surface of the test loop at the positions given in Figure A.1, in the same way as the thermocouples are mounted on or under the surface of the control cable.

NOTE The temperatures measured with the thermocouples on the oversheath of the energized test loop and of the control cable, are used to check whether the oversheath of both test loops has the same temperature.

The temperature measured with the thermocouple fitted to the conductor of the control loop may be considered as representative for the conductor temperature of the energized test loop.

All thermocouples should be connected to a temperature recorder to enable temperature monitoring. The heating current of each test loop should be recorded to prove that the two currents are of the same value throughout the duration of the test. The difference between the heating currents should be kept within $\pm 1\%$.

The heating current is adjusted so that the conductor temperature is kept within the specified limits.

Annex B (informative)

Details of the test chamber and spray equipment for humidity and salt fog tests

B.1 Test chamber

The dimensions of the test chamber should be adequate to contain the number of accessories being tested simultaneously, having due regard to the size of the accessory, the test voltage, safety clearances and stray electric fields, and the ratio of chamber volume to number of spray producing nozzles.

It should be constructed from corrosion resistant, waterproof materials. Temporary structures may be used. All high voltage bushings and support insulators should be mounted on earthed supports to ensure that an electric field does not exist along the surface of the chamber. The chamber should incorporate observation ports.

When the voltage supply (three-phase or single-phase, as appropriate) is introduced into the chamber through suitable bushings, such bushings should be well spaced to avoid interaction between adjacent phases. The length of the bushings within the test chamber should be designed with a long creepage length and deep undercuts in the skirt design to resist flashover.

A drain should be provided to conduct water out and away from the test chamber. The chamber should be so designed so as to prevent corrosion products or other contamination from dripping on the accessories during the test. The test chamber may be ventilated to prevent a build-up of pressure inside, but any such ventilation should not allow a significant amount of vapour or fog to escape to the atmosphere.

For the humidity and salt fog tests, means should be provided for measuring the rate of flow of solution into the atomizing sprays.

B.2 Spray equipment for humidity and salt fog tests

Humidity and salt fog tests may be conducted using the air nozzle spraying system described in IEC 60507. The equipment should be designed to run continuously for the duration of the test.

The nozzles should be set to blow fog into the test chamber. The fog should not be blown directly on the accessories but should fill the test chamber and circulate freely among the accessories by the action of fog and air currents. At least 80 % of the water ejected by the nozzles should be atomized into droplets not greater than 10 µm in diameter.

Alternatively, proprietary equipment is available for atomizing water and salt solution, which can be more convenient for the manufacturer conducting the tests. Use of such equipment should not be discouraged, but it is a pre-requisite that the manufacturer produces information showing that his equipment has the capacity to fill the test chamber adequately with the correct size of atomized water droplets.

B.3 High voltage transformers

For three-phase testing, a three-phase or three single-phase transformers should be used to energize the accessories under test. Single-phase transformers should be star-connected with the neutral point earthed. The voltage in the test circuit should remain stable and practically unaffected by varying leakage currents. The output voltage may be controlled by varying the low voltage supply to the transformers, and it should be possible to measure or calibrate the output voltage.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61442:2023

Bibliography

IEC 60055-1:1997, *Paper-insulated metal-sheathed cables for rated voltages up to 18/30 kV (with copper or aluminium conductors and excluding gas-pressure and oil-filled cables) – Part 1: Tests on cables and their accessories*

IEC 60055-1:1997/AMD1:2005

IEC 60228, *Conductors of insulated cables*

IEC 60287 (all parts), *Electric cables – Calculation of the current rating*

IEC 60502-2, *Power cables with extruded insulation and their accessories for rated voltages from 1 kV ($U_m = 1,2$ kV) up to 30 kV ($U_m = 36$ kV) – Part 2: Cables for rated voltages from 6 kV ($U_m = 7,2$ kV) up to 30 kV ($U_m = 36$ kV)*

IEC 60507:2013, *Artificial pollution tests on high-voltage ceramic and glass insulators to be used on a.c. systems*

IEC 60986:2000, *Short-circuit temperature limits of electric cables with rated voltages from 6 kV ($U_m = 7,2$ kV) up to 30 kV ($U_m = 36$ kV)*

IEC 60986:2000/AMD1:2008

IEC 62475:2010, *High-current test techniques – Definitions and requirements for test currents and measuring systems*

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61442:2023

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61442:2023

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	39
1 Domaine d'application	41
2 Références normatives	41
3 Termes et définitions	42
4 Installations et conditions d'essais	42
5 Essais sous tension alternative	43
5.1 Essai à sec pour tous les accessoires	43
5.1.1 Installation	43
5.1.2 Méthode	43
5.2 Essai sous pluie pour les extrémités extérieures	43
5.2.1 Installation	43
5.2.2 Méthode	43
5.3 Essai dans l'eau pour les bouts perdus	43
5.3.1 Installation	43
5.3.2 Méthode	43
6 Essais sous tension continue	43
6.1 Installation	43
6.2 Méthode	44
7 Essais de tension de choc	44
7.1 Installation	44
7.2 Méthode	44
7.3 Essai à température élevée	44
8 Essai de décharges partielles	44
8.1 Généralités	44
8.2 Méthode	44
8.3 Essai à température élevée	45
9 Essais à température élevée	45
9.1 Installation et raccordement	45
9.2 Mesure de la température	45
9.2.1 Température de l'âme du câble	45
9.2.2 Position des thermocouples	45
10 Essai de cycles thermiques sous tension	49
10.1 Installation et méthode	49
10.2 Essai dans l'air	50
10.3 Essai dans l'eau	50
10.4 Essai d'immersion pour les extrémités extérieures	51
10.4.1 Installation	51
10.4.2 Méthode	51
11 Essai de court-circuit thermique (écran)	51
11.1 Installation	51
11.2 Méthode	51
12 Essai de court-circuit thermique (âme)	52
12.1 Installation	52
12.2 Méthode	52
13 Essai de court-circuit dynamique	53

13.1	Généralités	53
13.2	Installation	53
13.3	Méthode.....	53
14	Essais en atmosphère humide et sous brouillard salin	53
14.1	Appareillage.....	53
14.2	Installation	54
14.3	Méthode.....	54
15	Essai de choc mécanique à température ambiante	54
16	Mesure de la résistance de l'écran	56
16.1	Généralités	56
16.2	Installation	56
16.3	Méthode.....	57
17	Mesure du courant de fuite dans l'écran	57
17.1	Généralités	57
17.2	Installation	57
17.3	Méthode.....	57
18	Essai d'initiation du courant de défaut dans l'écran	58
18.1	Généralités	58
18.2	Installation	58
18.3	Méthode.....	59
18.3.1	Réseau à mise à la terre directe	59
18.3.2	Réseau à neutre isolé ou à neutre impédant.....	59
19	Mesure de l'effort de manœuvre	60
19.1	Généralités	60
19.2	Installation	60
19.3	Méthode.....	60
20	Essai de l'œillet de manœuvre.....	60
20.1	Généralités	60
20.2	Installation	60
20.3	Méthode.....	60
21	Caractéristiques du diviseur capacitif	61
21.1	Généralités	61
21.2	Installation	61
21.3	Méthode d'essai.....	61
Annexe A	(informative) Détermination de la température de l'âme du câble	62
A.1	Objet.....	62
A.2	Calibrage de la température de l'âme du câble d'essai	62
A.2.1	Généralités	62
A.2.2	Installation du câble et des thermocouples	62
A.2.3	Méthode	63
A.3	Chauffage pour l'essai de l'accessoire	64
A.3.1	Généralités.....	64
A.3.2	Méthode 1: essai fondé sur la mesure de la température ambiante	64
A.3.3	Méthode 2: essai fondé sur la mesure de la température de la surface externe	65
A.3.4	Méthode 3: essai utilisant un câble image.....	66
Annexe B	(informative) Description de l'enceinte d'essai et de l'équipement de pulvérisation pour les essais en atmosphère humide et sous brouillard salin	67

B.1	Enceinte d'essai.....	67
B.2	Équipement de pulvérisation pour les essais en atmosphère humide et sous brouillard salin	67
B.3	Transformateurs haute tension.....	68
	Bibliographie.....	69
	Figure 1 – Extrémités soumises à essai dans l'air	46
	Figure 2 – Jonctions soumises à essai dans l'air.....	46
	Figure 3 – Connecteurs séparables soumis à essai dans l'air	47
	Figure 4 – Jonctions soumises à essai dans l'eau	47
	Figure 5 – Connecteurs séparables soumis à essai dans l'eau.....	48
	Figure 6 – Extrémités extérieures soumises à essai dans l'eau	49
	Figure 7 – Cycle thermique	50
	Figure 8 – Appareillage typique d'essai de choc mécanique pour les jonctions	56
	Figure 9 – Montage d'essai destiné à mesurer le courant de fuite dans l'écran	58
	Figure 10 – Montage d'essai d'initiation du courant de défaut dans l'écran	59
	Figure A.1 – Câble de référence	63
	Figure A.2 – Disposition des thermocouples	63
	Figure A.3 – Courbes d'intensité et de température	66

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61442:2023

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**MÉTHODES D'ESSAIS DES ACCESSOIRES DE Câbles D'Énergie
DE TENSIONS ASSIGNÉES DE 6 kV ($U_m = 7,2$ kV) À 30 kV ($U_m = 36$ kV)**

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. À 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 propriété et averti de leur existence.

L'IEC 61442 a été établie par le comité d'études 20 de l'IEC: Câbles électriques. Il s'agit d'une Norme internationale.

Cette troisième édition annule et remplace la deuxième édition parue en 2005. Cette édition constitue une révision technique.

Cette édition inclut les modifications techniques majeures suivantes par rapport à l'édition précédente:

- a) 4.6 – la possibilité de démarrer les essais immédiatement a été incluse;
- b) 4.11 – des méthodes d'essais sur câbles à ceinture ont été incluses;
- c) 5.3.2 et 10.3 – des informations sur les essais de résistance d'isolement ont été ajoutées;
- d) 8.2 – une précontrainte avec légère augmentation de la tension d'essai avant l'application de l'essai de décharge partielle a été incluse;

- e) 11.2 – l'essai des accessoires avec des dispositifs de mise à la terre externes ont été inclus;
- f) 11.2 – la durée de court-circuit et les niveaux d'intensité maximaux, exprimés en kA, ont été ajoutés;
- g) 11.2 – la mesure de la température n'est pas exigée si la durée entre courts-circuits est supérieure à 1 h.

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

Projet	Rapport de vote
20/2108/FDIS	20/2132/RVD

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

La version française de la norme n'a pas été soumise au vote.

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/publications.

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. À cette date, le document sera:

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

MÉTHODES D'ESSAIS DES ACCESSOIRES DE Câbles D'Énergie DE TENSIONS ASSIGNÉES DE 6 kV ($U_m = 7,2$ kV) À 30 kV ($U_m = 36$ kV)

1 Domaine d'application

Le présent document définit les méthodes d'essais applicables aux essais de type des accessoires de câbles d'énergie de tensions assignées de 3,6/6 (7,2) kV à 18/30 (36) kV inclus. Les méthodes d'essais spécifiées dans le présent document s'appliquent aux accessoires pour câbles à isolant extrudé et pour câbles isolés au papier imprégné, conformément à l'IEC 60502- 2 et l'IEC 60055-1, respectivement.

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 60230:2018, *Essais de choc des câbles et de leurs accessoires*
IEC 60230:2018/AMD1:2021

IEC 60270:2000, *Techniques des essais à haute tension – Mesures des décharges partielles*
IEC 60270:2000/AMD1:2015

IEC 60811-401:2012, *Câbles électriques et à fibres optiques – Méthodes d'essai pour les matériaux non métalliques – Partie 401: Essais divers – Méthodes de vieillissement thermique – Vieillissement en étuve à air*
IEC 60811-401:2012/AMD1:2017

IEC 60885-2:1987¹, *Méthodes d'essais électriques pour les câbles électriques – Partie 2: Essais de décharges partielles*

IEC 61238-1-3:2018, *Raccords sertis et à serrage mécanique pour câbles d'énergie – Partie 1- 3: Méthodes et exigences d'essai relatives aux raccords sertis et à serrage mécanique pour câbles d'énergie de tensions assignées supérieures à 1 kV ($U_m = 1,2$ kV) jusqu'à 30 kV ($U_m = 36$ kV) soumis à essai sur des conducteurs non isolés*

IEC 60949:1988, *Calcul des courants de court-circuit admissibles au plan thermique, tenant compte des effets d'un échauffement non adiabatique*
IEC 60949:1988/AMD1:2008

¹ Supprimée.

3 Termes et définitions

Aucun terme n'est défini dans le présent document.

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

4 Installations et conditions d'essais

4.1 Les méthodes d'essais décrites dans le présent document sont destinées aux essais de type.

4.2 Les montages d'essais et le nombre d'échantillons d'essais sont précisés dans la norme particulière.

4.3 Les conditions d'essai sont spécifiées de l'Article 5 à l'Article 21. Si elles ne le sont pas, celles spécifiées dans les normes particulières doivent être utilisées.

4.4 Les paramètres d'essais et les exigences figurent dans la norme applicable, sauf indication contraire.

4.5 Pour les jonctions mixtes (isolant extrudé à un autre isolant extrudé ou isolant extrudé à isolant au papier imprégné), les paramètres d'essais (tension et température d'âme) sont ceux du câble dont les caractéristiques assignées sont les plus faibles.

4.6 Sauf spécification contraire du fabricant, les essais peuvent débuter immédiatement après le montage des accessoires sur les boucles d'essais. L'intervalle de temps entre l'installation des accessoires et le début des essais doit être consigné dans le rapport d'essai.

4.7 Les écrans de câble et les armures éventuelles doivent être reliés et mis à la terre à une seule extrémité pour éviter les courants de circulation.

4.8 Toutes les parties d'un accessoire qui sont normalement mises à la terre doivent être reliées à l'écran du câble. Toutes les pièces métalliques utilisées comme support doivent également être mises à la terre.

4.9 La température ambiante doit être de $(20 \pm 15) ^\circ\text{C}$.

4.10 L'eau du robinet doit être utilisée pour tous les essais effectués dans l'eau.

4.11 Essais sur des câbles à ceinture:

Lors de la réalisation des essais sous tension alternative et des essais de cycles thermiques sous tension, un système de courant et tension d'essai triphasés doit être utilisé.

Lors de la réalisation des essais sous tension continue et des essais de choc, la tension d'essai doit être appliquée sur une âme du câble; les deux autres âmes du câble et l'écran doivent être mis à la terre. Toutes les âmes du câble doivent être soumises à essai individuellement.

5 Essais sous tension alternative

5.1 Essai à sec pour tous les accessoires

5.1.1 Installation

L'ensemble ou les ensembles d'accessoires doivent être montés avec toutes les pièces métalliques et de raccordement associées. Les accessoires doivent être propres et secs avant l'application de la tension d'essai.

5.1.2 Méthode

L'essai doit être réalisé à la température ambiante et la procédure d'application de la tension doit être conforme à l'IEC 60060-1:2010, Article 6, sauf spécification contraire.

5.2 Essai sous pluie pour les extrémités extérieures

5.2.1 Installation

Les extrémités doivent être montées en position verticale sauf si elles sont destinées à être installées avec une orientation différente, avec l'espacement relatif conforme aux conditions d'exploitation et aux instructions du fabricant.

5.2.2 Méthode

La méthode de l'essai sous pluie est telle qu'elle est décrite dans l'IEC 60060-1:2010, 4.4, et doit être effectuée à la température ambiante, sauf spécification contraire.

5.3 Essai dans l'eau pour les bouts perdus

5.3.1 Installation

Les bouts perdus doivent être immergés dans un récipient d'eau de dimensions telles que la hauteur d'eau se situe à $1,00^{+0,1}_0$ m au-dessus de leur surface supérieure, sauf spécification contraire. L'eau doit être à la température ambiante.

5.3.2 Méthode

La procédure d'application de la tension doit être comme spécifié dans l'IEC 60060-1:2010, 6.2, sauf spécification contraire.

Après la tenue à la tension alternative, la résistance d'isolement doit être mesurée entre l'écran et l'eau. La tension d'essai continue doit être comprise entre 100 V et 1 000 V, et doit être appliquée pendant une durée suffisante pour obtenir une lecture raisonnablement stable, cette durée étant dans tous les cas supérieure ou égale à 1 min et inférieure ou égale à 5 min.

6 Essais sous tension continue

6.1 Installation

L'ensemble ou les ensembles d'accessoires doivent être montés avec toutes les pièces métalliques et de raccordement associées. Les accessoires doivent être propres et secs avant l'application de la tension d'essai.

6.2 Méthode

Une tension de polarité négative doit être appliquée sur l'âme du câble.

L'essai doit être réalisé à la température ambiante et la procédure d'application de la tension doit être telle que spécifiée dans l'IEC 60060-1:2010, Article 5.

7 Essais de tension de choc

7.1 Installation

Pour la préparation du montage d'essai comprenant des enveloppes métalliques et des coffrets d'extrémité, on doit se référer à la norme particulière.

Les trois phases des accessoires tripolaires peuvent être soumises à essai ensemble, sauf si les espaces entre chaque phase sont spécifiés. Dans ce cas (par exemple de trois extrémités unipolaires dans une enveloppe), l'essai doit être réalisé tour à tour sur chaque phase des accessoires tripolaires, les deux autres phases étant reliées à la terre.

7.2 Méthode

L'essai doit être réalisé conformément à la procédure donnée dans l'IEC 60230:2018, Article 5, Article 6, Article 7, Article 9 et Article 10 et dans l'IEC 60230:2018/AMD1:2021, Article 10, et doit être réalisé à la température ambiante, sauf spécification contraire.

7.3 Essai à température élevée

L'installation et la mesure de la température sont indiquées à l'Article 9.

L'âme du câble doit être chauffée et stabilisée pendant au moins 2 h à une température de:

- 5 K à 10 K au-dessus de la température maximale de l'âme du câble en service normal, pour les câbles à isolant extrudé;
- 0 K à 5 K au-dessus de la température maximale de l'âme du câble en service normal, pour les câbles isolés au papier imprégné;

avant et pendant l'exécution de l'essai de tension de choc.

8 Essai de décharges partielles

8.1 Généralités

Cet essai n'est exigé que pour les accessoires pour câbles unipolaires et tripolaires à enveloppe isolante extrudée comportant des écrans semiconducteurs individuels. Il n'est pas exigé pour les accessoires montés sur des câbles isolés au papier imprégné.

8.2 Méthode

L'essai doit être réalisé conformément à l'IEC 60270:2000, l'IEC 60270:2000/AMD1:2015 et l'IEC 60885-2:1987² et doit être réalisé à la température ambiante, sauf spécification contraire.

Les décharges partielles doivent être mesurées à la tension d'essai donnée dans la norme applicable après avoir maintenu l'objet en essai pendant 1 min à une tension de précontrainte égale à la tension d'essai spécifiée augmentée de $0,25 U_0$.

² Supprimée.

8.3 Essai à température élevée

L'installation et la mesure de la température sont indiquées à l'Article 9.

L'âme du câble doit être chauffée et stabilisée pendant au moins 2 h à une température de 5 K à 10 K au-dessus de la température maximale de l'âme du câble en service normal, avant et pendant l'exécution de l'essai de décharges partielles.

9 Essais à température élevée

9.1 Installation et raccordement

Les accessoires doivent être montés, supportés si nécessaire, et équipés de raccordements permettant la circulation d'un courant de chauffage.

Lorsque des extrémités ou des connecteurs séparables sont soumis à essai, le raccordement entre les cosses d'extrémité ou les traversées doit avoir une section électrique équivalente à celle de l'âme du câble.

Lorsque des dérivations sont soumises à essai, le courant de chauffage ne doit circuler que dans le câble principal.

Le courant de chauffage dans les accessoires tripolaires peut être soit monophasé soit triphasé. Lorsque le courant de chauffage est monophasé, une tension monophasée doit être superposée au courant de chauffage. Et lorsque le courant de chauffage est triphasé, une tension triphasée doit être superposée au courant de chauffage. Dans le cas d'un revêtement magnétique, un courant de chauffage triphasé doit être appliqué.

Les accessoires pour câbles à ceinture doivent être soumis à une tension triphasée.

9.2 Mesure de la température

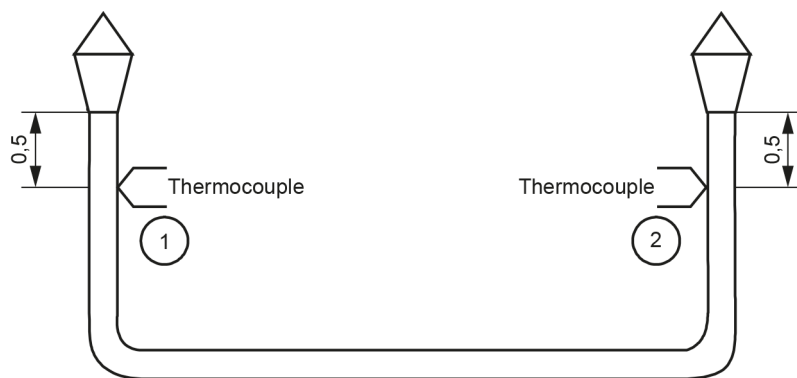
9.2.1 Température de l'âme du câble

Il est recommandé d'utiliser l'une des méthodes décrites à l'Annexe A pour déterminer la température réelle de l'âme.

9.2.2 Position des thermocouples

Si la méthode 2 de l'Annexe A est utilisée pour déterminer la température de l'âme, deux thermocouples doivent être fixés sur la gaine du câble comme représenté de la Figure 1 à la Figure 6.

Dimensions en mètres

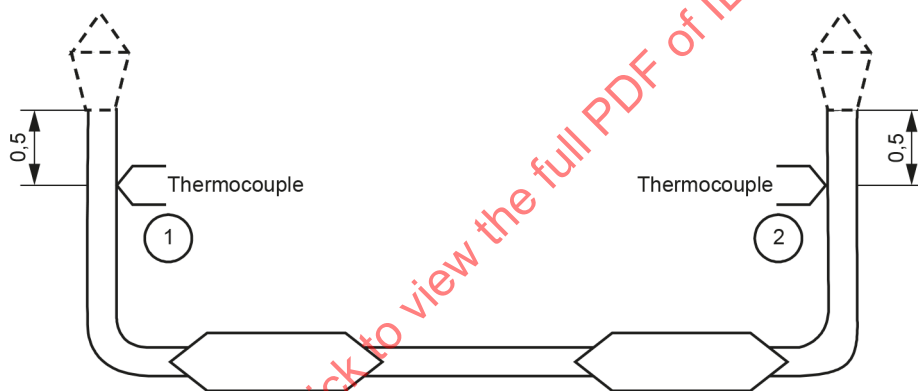


IEC

Toutes les distances mentionnées pour la position des thermocouples sont des valeurs minimales.

Figure 1 – Extrémités soumises à essai dans l'air

Dimensions en mètres

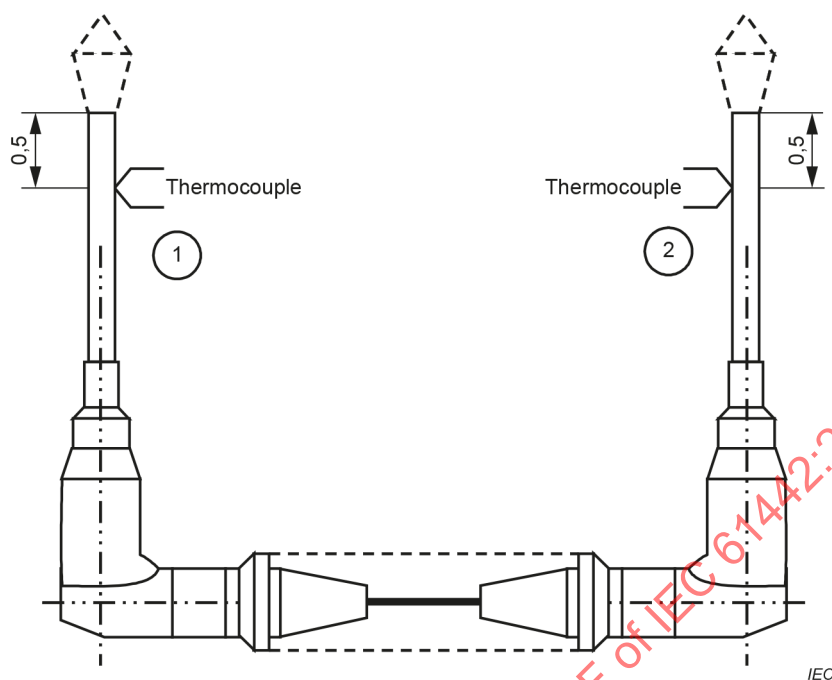


IEC

Toutes les distances mentionnées pour la position des thermocouples sont des valeurs minimales.

Figure 2 – Jonctions soumises à essai dans l'air

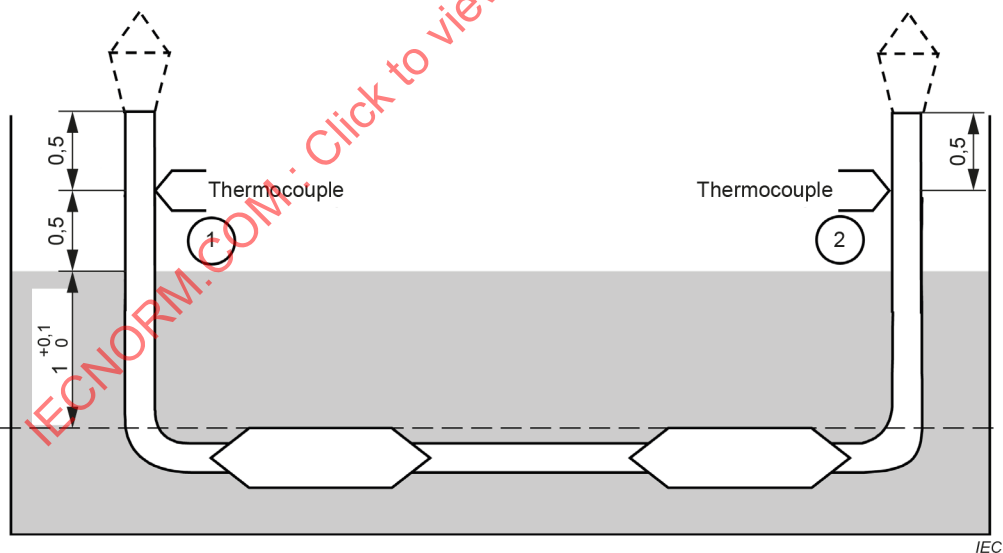
Dimensions en mètres



Toutes les distances mentionnées pour la position des thermocouples sont des valeurs minimales.

Figure 3 – Connecteurs séparables soumis à essai dans l'air

Dimensions en mètres

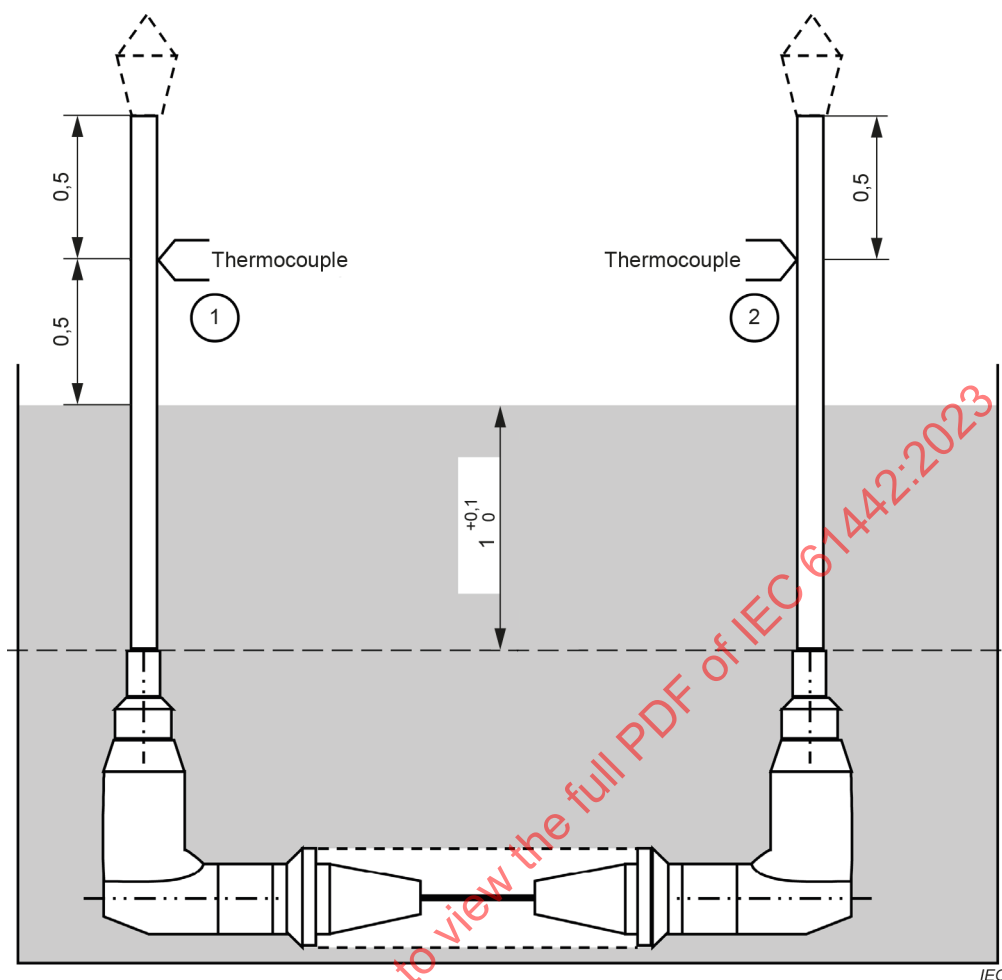


Toutes les distances mentionnées pour la position des thermocouples sont des valeurs minimales.

NOTE La hauteur d'eau est celle indiquée, sauf spécification contraire.

Figure 4 – Jonctions soumises à essai dans l'eau

Dimensions en mètres

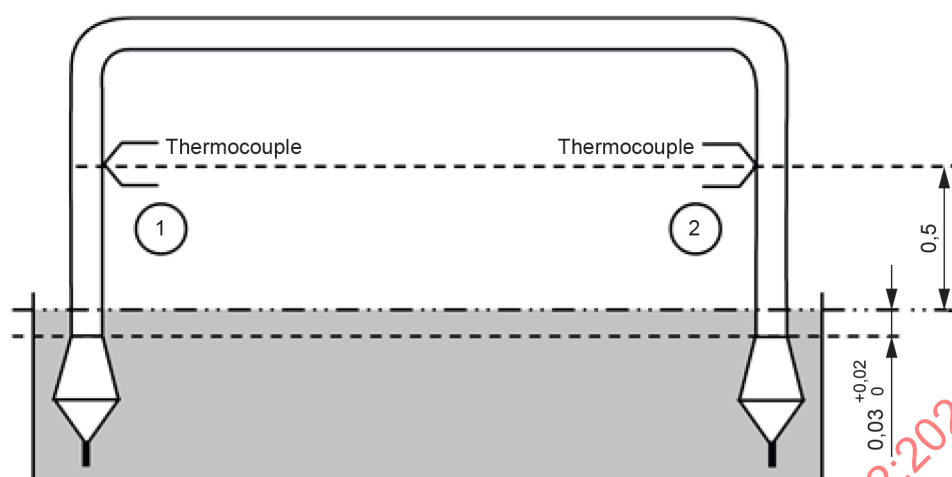


Toutes les distances mentionnées pour la position des thermocouples sont des valeurs minimales.

NOTE La hauteur d'eau est celle indiquée, sauf spécification contraire.

Figure 5 – Connecteurs séparables soumis à essai dans l'eau

Dimensions en mètres



IEC

Toutes les distances mentionnées pour la position des thermocouples sont des valeurs minimales.

Figure 6 – Extrémités extérieures soumises à essai dans l'eau

10 Essai de cycles thermiques sous tension

10.1 Installation et méthode

Le montage concernant les essais dans l'air ou dans l'eau doit être conforme à l'Article 9.

La mesure de la température est aussi indiquée à l'Article 9.

Chaque cycle thermique dans l'air ou dans l'eau doit durer au moins 8 h avec au moins 2 h de température constante:

- 5 K à 10 K au-dessus de la température maximale de l'âme du câble en service normal, pour les câbles à isolant extrudé;
- 0 K à 5 K au-dessus de la température maximale de l'âme du câble en service normal, pour les câbles isolés au papier imprégné;

suivies d'au moins 3 h de refroidissement naturel jusqu'à un maximum de 10 K au-dessus de la température ambiante (voir Figure 7).

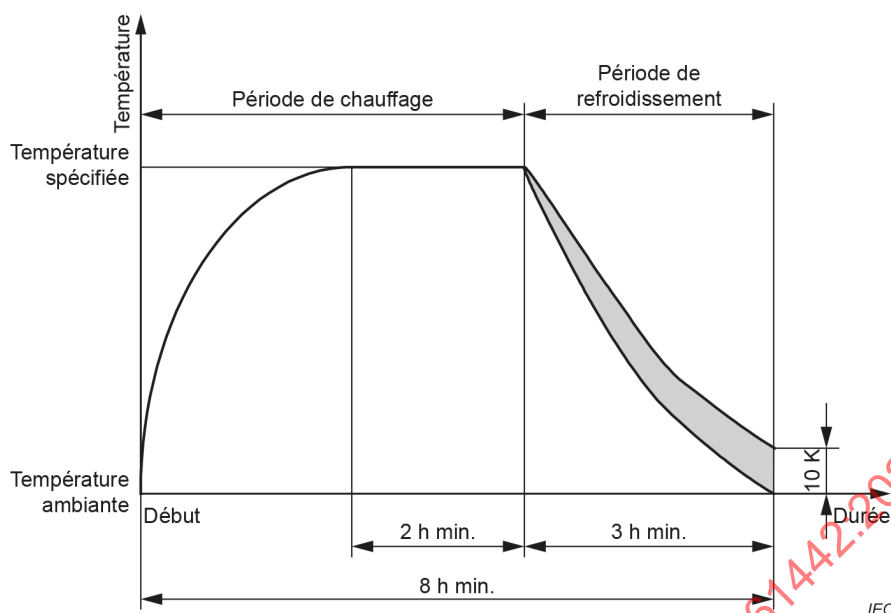


Figure 7 – Cycle thermique

10.2 Essai dans l'air

Le montage d'essai doit être soumis au nombre exigé de cycles de chauffage et à la tension donnée dans la norme particulière.

10.3 Essai dans l'eau

Pour les cycles thermiques dans l'eau, les jonctions ou les connecteurs séparables doivent être immergés dans un récipient de dimensions telles que la hauteur d'eau se situe à $1,00^{+0,1}_0$ m au-dessus de la surface supérieure de tous les accessoires soumis à essai, sauf spécification contraire. L'eau doit être à la température ambiante.

Pour les accessoires montés sur des câbles sans barrière d'étanchéité longitudinale à l'eau, l'essai de cycles thermiques sous tension dans l'eau doit être réalisé avec un défaut dans la gaine extérieure. Pour exposer à l'eau le ou les conducteurs d'un des câbles à isolation polymérique à l'entrée de l'accessoire, un anneau de la gaine extérieure est retiré, ainsi que tout matelas ou matière de bourrage sur une longueur d'au moins 50 mm, à un endroit qui sera dans l'eau et qui sera situé à une distance du bout de l'accessoire comprise entre 50 mm et 150 mm.

L'exposition du ou des conducteurs doit être effectuée du côté de la plus courte distance entre la coupure de la gaine extérieure et les connecteurs.

NOTE L'exigence de défaut dans la gaine extérieure ne s'applique pas aux câbles comportant une barrière d'étanchéité longitudinale à l'eau.

L'essai sous l'eau n'est pas exigé pour les jonctions comportant un revêtement métallique continu brasé au plomb ou soudé à la gaine métallique du câble.

Le montage d'essai doit être soumis au nombre exigé de cycles thermiques et à la tension donnée dans la norme particulière.

Après les essais, la résistance d'isolement doit être mesurée entre âme et écran métallique/gaine, et entre écran et eau. La résistance d'isolement doit être mesurée entre l'écran et l'eau uniquement pour les câbles sans défaut dans la gaine extérieure. La tension d'essai continue doit être comprise entre 100 V et 1 000 V, et doit être appliquée pendant une durée suffisante pour obtenir une lecture raisonnablement stable, cette durée étant dans tous les cas supérieure ou égale à 1 min et inférieure ou égale à 5 min.

10.4 Essai d'immersion pour les extrémités extérieures

10.4.1 Installation

Toutes les extrémités d'une boucle d'essai doivent être immergées dans l'eau à la température ambiante de manière à avoir une hauteur d'eau de $0,03^{+0,02}_0$ m au-dessus de la surface supérieure de chacune des extrémités. La boucle d'essai doit être installée sens dessus dessous dans un récipient d'eau, à la température ambiante, de manière à ce que les extrémités soient totalement immergées dans l'eau, y compris l'élément d'obturation (voir Figure 6).

10.4.2 Méthode

La boucle d'essais doit être soumise à 10 cycles dans les conditions données en 10.1. La boucle d'essai ne doit pas être mise sous tension.

11 Essai de court-circuit thermique (écran)

11.1 Installation

La boucle d'essai doit être constituée du câble et de ses accessoires.

Aux deux extrémités de la boucle d'essai, les connexions d'écran doivent être déconnectées de la terre et reliées à un générateur de court-circuit. Pour les accessoires équipés de dispositifs de mise à la terre externes, ces connexions doivent être incluses dans l'essai de court-circuit.

Il convient que les thermocouples permettant de mesurer la température de l'écran soient installés à au moins 0,5 m de l'extrémité, comme représenté à la Figure 1, à la Figure 2 et à la Figure 3.

11.2 Méthode

L'intensité (I_{sc}) et la durée (t) applicables à cet essai doivent faire l'objet d'un accord entre le fabricant et le client, prenant en compte les conditions réelles de court-circuit du réseau et la conception de câble. La durée (t) et l'intensité (I_{sc}) du court-circuit doivent être respectivement de $(1 \pm 0,5)$ s et d'au maximum 25 kA, sauf spécification contraire. Si le courant de court-circuit exigé dépasse cette valeur, une durée plus longue, mais inférieure ou égale à 5 s, associée à une intensité comprise entre 25 kA et 45 kA, doit être utilisée.

L'installation et la mesure de la température de l'âme sont indiquées à l'Article 9.

L'âme du câble doit être chauffée et stabilisée pendant au moins 2 h à une température de:

- 5 K à 10 K au-dessus de la température maximale de l'âme du câble en service normal, pour les câbles à isolant extrudé;
- 0 K à 5 K au-dessus de la température maximale de l'âme du câble en service normal, pour les câbles isolés au papier imprégné;

avant l'exécution de l'essai de court-circuit.

Avant et après les courts-circuits, la température de l'écran doit être mesurée en utilisant des thermocouples ou tout autre moyen approprié. La mesure de la température de l'écran n'est pas nécessaire si la durée entre les deux contraintes est supérieure à 1 h, tout en continuant d'appliquer le courant de chauffage à l'âme du câble.

Deux courts-circuits, d'intensité et de durée correspondant aux exigences définies, doivent ensuite être appliqués à l'écran. L'intégrale de Joule atteinte (I^2t) doit être comprise entre 0 % et + 10 % de l'intégrale de Joule recherchée (I_{sc}^2t). Entre les deux courts-circuits, l'écran du câble doit refroidir jusqu'à une température inférieure à la température initiale avant l'application du premier court-circuit augmentée de 10 K.

Si le courant n'est pas constant pendant l'application du court-circuit, il est recommandé de déterminer la valeur efficace du courant de court-circuit selon l'IEC 61238-1-3:2018, Annexe E.

12 Essai de court-circuit thermique (âme)

12.1 Installation

La boucle d'essai doit être constituée du câble et de ses accessoires.

Les accessoires tripolaires doivent être soumis à essai avec une extrémité de la boucle reliée au générateur d'essai de court-circuit et l'autre à une barre de mise en court-circuit, comme indiqué dans la norme particulière. En variante, les trois conducteurs peuvent être reliés en série et soumis à essai comme des accessoires unipolaires.

12.2 Méthode

La méthode de court-circuit doit être conforme à l'IEC 61238-1-3:2018, 6.4.1 et 6.4.2, avec l'ajustement suivant:

- les essais doivent être réalisés sur la boucle d'essai à la température ambiante;
- deux courts-circuits doivent être appliqués, soit en courant alternatif, soit en courant continu.

Entre les deux courts-circuits, la boucle d'essai doit refroidir à une température inférieure à la température initiale avant l'application du premier court-circuit (θ_i) augmentée de 10 K. Une autre méthode pour éviter d'avoir à mesurer la température de l'âme avant le deuxième court-circuit consiste à s'assurer que l'échantillon d'essai a refroidi pendant plus de 3 h. En cas d'application d'une durée de refroidissement supérieure à 3 h, l'intégrale I^2t du premier court-circuit s'applique également au deuxième court-circuit.

La température maximale admissible en court-circuit de l'âme du câble est indiquée dans l'IEC 60949:1988 et l'IEC 60949:1988/AMD1:2008.

Les formules suivantes de l'IEC 60949:1988 et de l'IEC 60949:1988/AMD1:2008 doivent être utilisées:

Pour les âmes en aluminium:
$$I^2t = 2,19 \times 10^4 \times S^2 \times \ln \left(\frac{\theta_{sc} + 228}{\theta_i + 228} \right)$$

Pour les âmes en cuivre:
$$I^2t = 5,11 \times 10^4 \times S^2 \times \ln \left(\frac{\theta_{sc} + 234,5}{\theta_i + 234,5} \right)$$

où

I est la valeur efficace du courant de court-circuit (A);

t est la durée (s);
 S est la section de l'âme (mm²);
 θ_{sc} est la température admissible en court-circuit sur l'âme (°C);
 θ_i est la température initiale de l'âme (°C);
 $\ln$ désigne la fonction $\log_e$.

Si le courant n'est pas constant pendant l'application du court-circuit, il est recommandé de déterminer la valeur efficace du courant de court-circuit selon l'IEC 61238-1-3:2018, Annexe E.

13 Essai de court-circuit dynamique

13.1 Généralités

Cet essai est un essai triphasé exigé pour les accessoires de câbles unipolaires conçus pour une valeur crête initiale du courant supérieure à 80 kA et pour les accessoires de câbles tripolaires conçus pour une valeur de crête initiale du courant supérieure à 63 kA.

13.2 Installation

La boucle d'essai doit être constituée soit de trois câbles unipolaires, soit d'un câble tripolaire, avec les accessoires.

Une extrémité de la boucle d'essai doit être reliée au générateur de court-circuit et l'autre à une barre de mise en court-circuit, comme indiqué dans la norme particulière.

Pour les extrémités, les connecteurs séparables et les jonctions, la méthode de fixation des accessoires et des câbles et l'espacement entre les accessoires doivent correspondre aux recommandations du fabricant et doivent être consignés dans le rapport d'essai. Par ailleurs, les jonctions de câbles unipolaires doivent être soumises à essai selon une disposition en trèfle avec les gaines extérieures en contact, sauf si une disposition en trèfle avec les gaines espacées est spécifiée auquel cas les espacements doivent être consignés.

13.3 Méthode

Le courant de court-circuit doit être appliqué pendant au moins 10 ms pour assurer que le courant de crête initial, tel que spécifié dans la norme particulière, est atteint.

La forme d'onde doit être enregistrée.

NOTE En pratique, des durées de queue d'ondes de l'ordre de 60 ms peuvent être attendues. Une durée supérieure peut conduire à des problèmes thermiques sur le câble ou les accessoires.

14 Essais en atmosphère humide et sous brouillard salin

14.1 Appareillage

Une source de tension alternative monophasée ou triphasée est exigée. La chute de tension maximale du côté haute tension de la source doit être inférieure à 5 % pour un courant de fuite de 250 mA pendant l'essai.

Une enceinte d'essai en atmosphère humide doit être utilisée; elle doit être équipée de gicleurs ou d'un autre type d'humidificateur capable de projeter de l'eau atomisée à un débit de $(0,4 \pm 0,1)$ l/h/m³ de volume d'enceinte. Durant la totalité de l'essai, la conductivité de l'eau d'aspersion doit être de (70 ± 10) mS/m pour les essais en atmosphère humide et de $(1\,600 \pm 200)$ mS/m pour les essais sous brouillard salin. L'enceinte doit être conçue de telle

sorte qu'aucun égouttement d'eau n'intervienne directement sur les accessoires au cours de l'essai.

L'Annexe B fournit des recommandations sur l'enceinte d'essai et l'équipement de pulvérisation.

14.2 Installation

Les accessoires testés doivent être installés dans l'enceinte d'essai en atmosphère humide. Ils doivent avoir l'orientation et l'espacement relatif correspondant aux conditions d'exploitation et aux instructions du fabricant.

Trois connecteurs séparables sans écran ou trois extrémités intérieures entièrement isolées doivent être montés dans un coffret d'extrémité d'essai et soumis à une tension triphasée.

Les extrémités tripolaires doivent aussi être soumises à une tension triphasée.

Dans le cas d'une installation compacte de trois extrémités unipolaires, il est recommandé d'effectuer l'essai avec une tension triphasée.

La ou les phases du transformateur doivent être protégées par un dispositif de déclenchement automatique relié à la source de mesure du courant, interrompant la tension lorsqu'un courant transitoire de $(1,0 \pm 0,1)$ A en valeur efficace traverse le circuit haute tension pendant une durée comprise entre 50 ms et 250 ms.

14.3 Méthode

L'enceinte d'essai en atmosphère humide doit être à la température ambiante pendant les essais.

La tension et sa durée d'application sont indiquées dans la norme particulière.

Des interruptions doivent être tolérées jusqu'à concurrence de 5 % du temps d'essai. Le nettoyage des accessoires ou toute autre interférence similaire ne doit pas être autorisé pendant l'essai.

Les accessoires doivent être photographiés en couleurs dans au moins deux directions opposées avant l'essai et après l'essai. Les photographies doivent représenter nettement l'état de la ligne de fuite.

L'état des échantillons doit être consigné à la fin de l'essai.

Les résultats d'essai doivent comporter l'enregistrement de tout contournement, une description et des photographies de l'état des accessoires, en particulier tout cheminement, érosion ou dommage mécanique. Ces informations doivent être incluses dans le rapport d'essai.

15 Essai de choc mécanique à température ambiante

L'essai doit être réalisé uniquement sur les jonctions, les jonctions mixtes et les dérivations.

Avant de commencer à appliquer les chocs mécaniques, la résistance d'isolement entre âme et écran métallique/gaine doit être mesurée. La tension d'essai continue doit être comprise entre 100 V et 1 000 V, et doit être appliquée pendant une durée suffisante pour obtenir une lecture raisonnablement stable, cette durée étant dans tous les cas supérieure ou égale à 1 min et inférieure ou égale à 5 min.

Si la boucle comporte plus d'une jonction, des dispositions doivent être prises pour permettre la mesure séparée de la résistance d'isolement sur chaque jonction.

La jonction doit être placée sur une base solide, par exemple un bloc ou un sol en béton, et solidement maintenue dans un caisson rempli de sable jusqu'à la ligne horizontale centrale de l'accessoire (voir Figure 8).

Un bloc d'acier de $(4,00 \pm 0,05)$ kg en forme de coin ayant un angle de $(90 \pm 1)^\circ$ avec un rebord d'impact de rayon $(2 \pm 0,4)$ mm doit être lâché librement d'une hauteur de $(1,0 \pm 0,01)$ m sur la jonction de manière à ce que le coin d'impact soit horizontal et à angle droit par rapport à l'axe de la jonction. Il doit y avoir un choc mécanique à chaque bout de la jonction et au droit des raccords de connexion de l'âme. Le choc mécanique appliqué sur le bout de la jonction doit être situé au droit de la coupure de la gaine extérieure dans le cas d'un câble à isolation extrudée et au droit de la coupure de la gaine métallique dans le cas d'un câble avec gaine métallique.

Après l'essai de choc mécanique, la jonction doit être immergée dans l'eau à la température ambiante avec une hauteur d'eau de $1,00^{+0,1}_0$ m au-dessus de la surface supérieure de la jonction pendant un minimum de 3 h. La résistance d'isolement doit encore une fois être mesurée comme indiqué ci-dessus entre âme et écran métallique/gaine et entre écran métallique/gaine (si isolé) et l'eau.

Les détails sur les effets visibles et la position des impacts sur la jonction doivent être documentés par des photographies dans le rapport d'essai.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61442:2023

Dimensions en millimètres

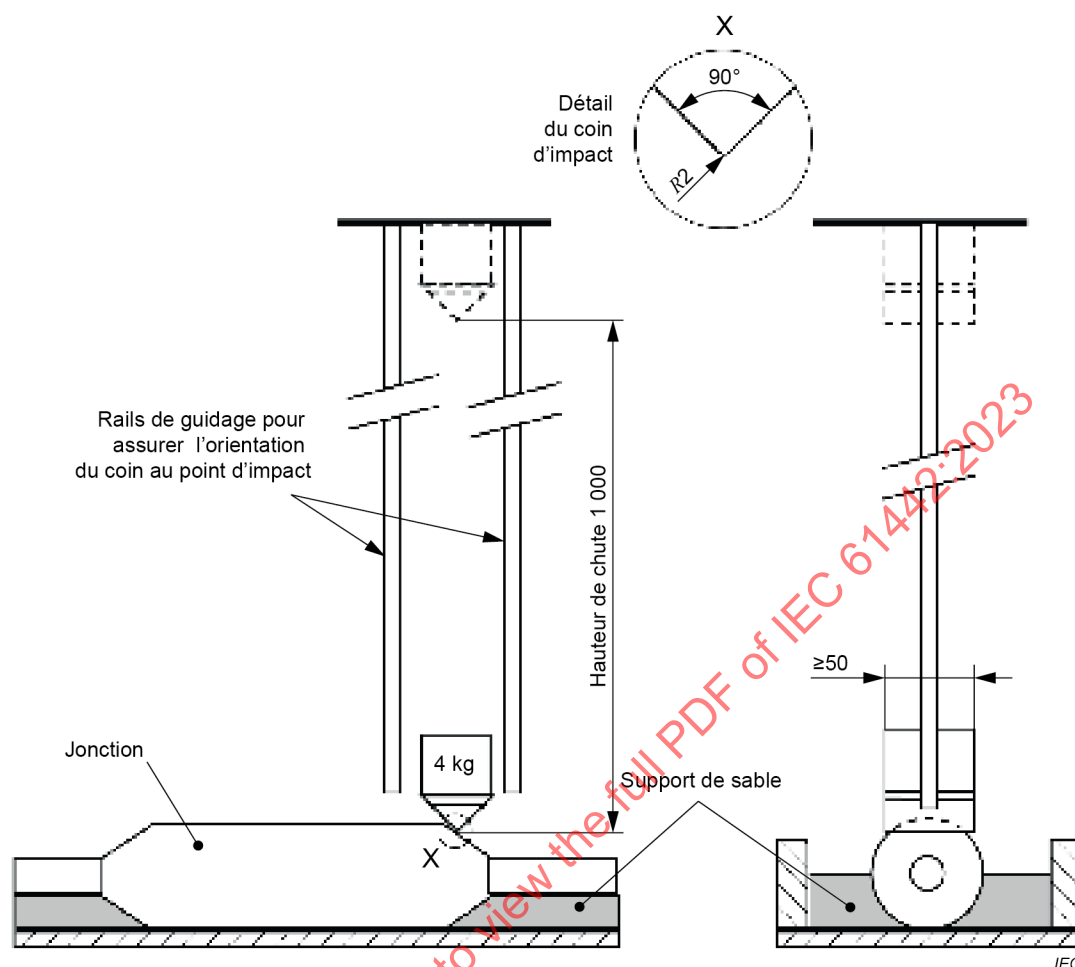


Figure 8 – Appareillage typique d'essai de choc mécanique pour les jonctions

16 Mesure de la résistance de l'écran

16.1 Généralités

L'objet de cet essai est de s'assurer qu'aucun choc électrique ne se produit si un connecteur séparable est touché à la main alors qu'il est en service.

Cet essai doit être réalisé sur les connecteurs séparables ne comportant pas de coquille de protection métallique ou avec une coquille métallique qui peut être enlevée. Cette coquille métallique doit être enlevée avant l'essai.

Cet essai n'est pas exigé sur les connecteurs séparables qui ne peuvent être utilisés en service qu'avec la protection métallique en place.

16.2 Installation

L'essai doit être réalisé sur un connecteur séparable qui n'exige pas d'être monté sur un câble ou sur une traversée. Des électrodes frettées ou constituées de peinture d'argent doivent être réalisées à chaque extrémité du connecteur séparable.

16.3 Méthode

La résistance de l'écran du connecteur séparable doit être mesurée à la température ambiante entre les deux électrodes. La puissance dissipée dans le circuit d'essai ne doit pas dépasser 100 mW.

L'échantillon doit ensuite être soumis à un vieillissement thermique dans une étuve à air pendant 168 h à $(120 \pm 2) ^\circ\text{C}$ dans les conditions décrites dans l'IEC 60811-401:2012.

La résistance de l'écran du connecteur séparable doit ensuite être mesurée à la température ambiante comme précédemment.

17 Mesure du courant de fuite dans l'écran

17.1 Généralités

L'objet de cet essai est de s'assurer qu'aucun choc électrique ne se produit si un connecteur séparable est touché à la main alors qu'il est en service.

Cet essai est exigé pour les connecteurs séparables sans coquille de protection métallique ou avec une coquille de protection métallique amovible. Cette coquille métallique doit être enlevée avant l'essai.

Cet essai n'est pas exigé sur les connecteurs séparables qui ne peuvent être utilisés en service qu'avec la protection métallique en place.

17.2 Installation

Un connecteur séparable doit être monté sur une longueur de câble et être raccordé à sa traversée.

17.3 Méthode

L'essai doit être réalisé à la température ambiante.

Une feuille métallique de 50 mm × 50 mm doit être fixée sans couche d'air intermédiaire sur l'écran externe du connecteur séparable, aussi loin que possible des points de mise à la terre, c'est-à-dire:

- dans le cas d'un connecteur séparable possédant une bride métallique mise à la terre (voir Figure 9 a)), la feuille métallique doit être positionnée à mi-chemin entre la bride et la liaison de terre de l'écran du câble;
- dans le cas d'un connecteur séparable sans bride métallique (voir Figure 9 b)), la feuille métallique doit être placée à l'extrémité du connecteur séparable qui est à l'opposé de la liaison de terre de l'écran du câble.

Dans les deux cas, la feuille métallique doit être mise à la terre à travers un milliampèremètre et une résistance de 2 000 Ω , comme indiqué à la Figure 9.

Le courant de fuite doit être mesuré sous une tension alternative d'essai de U_m appliquée entre l'âme conductrice et la terre.