

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

Heating cables with a rated voltage up to and including 300/500 V for comfort heating and prevention of ice formation

Câbles chauffants de tension assignée jusqu'à et y compris 300 V/500 V pour le chauffage des locaux et la protection contre la formation de glace

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60800:2021



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2021 IEC, Geneva, Switzerland

All rights reserved. Unless otherwise specified, no part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from either IEC or IEC's member National Committee in the country of the requester. If you have any questions about IEC copyright or have an enquiry about obtaining additional rights to this publication, please contact the address below or your local IEC member National Committee for further information.

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'IEC ou du Comité national de l'IEC du pays du demandeur. Si vous avez des questions sur le copyright de l'IEC ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de l'IEC de votre pays de résidence.

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

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

About the IEC

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

About IEC publications

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC. Please make sure that you have the latest edition, a 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 It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.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 online collection - oc.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 22 000 terminological entries in English and French, with equivalent terms in 18 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 online collection - oc.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 22 000 articles terminologiques en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans 16 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

Heating cables with a rated voltage up to and including 300/500 V for comfort heating and prevention of ice formation

Câbles chauffants de tension assignée jusqu'à et y compris 300 V/500 V pour le chauffage des locaux et la protection contre la formation de glace

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 29.060.20

ISBN 978-2-8322-1042-3

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

CONTENTS

FOREWORD	4
INTRODUCTION	6
1 Scope	7
2 Normative references	7
3 Terms and definitions	9
4 Mechanical classification	11
5 Requirements for marking	11
6 Requirements for installation instructions	12
7 General requirements for construction of heating cables	13
7.1 General	13
7.2 Conductors	13
7.3 Insulation	14
7.4 Electrically conducting screen	14
7.5 Armouring	14
7.6 Sheath	14
7.7 Moisture resistance	14
8 Testing	15
8.1 Type tests – General requirements	15
8.2 Type tests – Detailed test requirements	15
8.2.1 Electrical resistance of heating conductors and screen	15
8.2.2 Water immersion and temperature cycling test	16
8.2.3 Verification of rated output for parallel heating cables	17
8.2.4 Verification of start-up current for parallel heating cables	17
8.2.5 Penetration test for electrically conductive screen	17
8.2.6 Flammability test	18
8.2.7 Deformation test for installation classification	19
8.2.8 Cold impact test	20
8.2.9 Cold bend test	21
8.2.10 Ageing test for insulation	22
8.2.11 Ageing test for non-metallic sheath	22
8.2.12 Compatibility test	22
8.2.13 Weathering and UV resistance test	22
8.2.14 Tensile test	23
8.2.15 Reverse winding test	24
8.2.16 Heat shock test	24
8.2.17 Shrinkage test for insulation and sheath	25
8.2.18 Hot set test	25
8.2.19 Cyclic ageing test for the heating cable	25
8.2.20 Cyclic ageing test for splices and end seals	26
8.2.21 Checking of the durability of markings	26
8.2.22 Pressure test at high temperature for insulation and sheath	26
8.3 Routine and sample tests	27
8.3.1 General remarks	27
8.3.2 Voltage test	27
8.3.3 Heating cable resistance and output verification	27

8.3.4	Insulation thickness	27
8.3.5	Sheath thickness	27
8.3.6	Hot set test	28
Annex A (normative) Weathering and UV resistance test		29
Bibliography		30
Figure 1 – Typical arrangement for splice testing		18
Figure 2 – Typical arrangement for end seal testing		19
Figure 3 – Cold bend test		21
Figure 4 – Jaws for tensile machine		24

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60800:2021

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**HEATING CABLES WITH A RATED VOLTAGE UP TO
AND INCLUDING 300/500 V FOR COMFORT HEATING AND
PREVENTION OF ICE FORMATION**

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 60800 has been prepared by IEC technical committee 20: Electric cables. It is an International Standard.

This fourth edition cancels and replaces the third edition published in 2009. This edition constitutes a technical revision.

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

- a) modification of the title: "up to and including", has been introduced;
- b) update of IEC 60811 references;
- c) introduction of a test for mechanical properties of sheaths after the water immersion and temperature cycling test;
- d) introduction of a weathering and UV resistance test according to ISO 4892-2:2013, Annex A.

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

Draft	Report on voting
20/1972/FDIS	20/1991/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/standardsdev/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 60800:2021

INTRODUCTION

This document is intended to provide a comprehensive overview of the essential requirements and testing appropriate to electrical resistance heating cables used for comfort heating and prevention of ice formation. While some of this work already exists in national standards or international standards, this document has collated much of this existing work.

This document provides a means to verify the electrical, thermal and mechanical durability of resistive heating cables, so that in normal use their performance is without danger to the user or surroundings. Compliance is checked by carrying out all the tests specified in this document.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60800:2021

HEATING CABLES WITH A RATED VOLTAGE UP TO AND INCLUDING 300/500 V FOR COMFORT HEATING AND PREVENTION OF ICE FORMATION

1 Scope

This document is applicable to, and specifies requirements for resistive heating cables for low temperature applications such as comfort heating and the prevention of ice formation. These heating cables and heating cable sets can comprise either factory assembled or field (work-site) assembled units, and are heating cables assembled in accordance with manufacturer's instructions.

Bare conductors and protected conductors to be supplied at voltages equal to, or less than, 50 V are excluded from the scope of this document.

Typical applications include, but are not limited to:

- surface heating installed in or under surfaces;
- direct and storage heating;
- snow melting and frost protection of roofs, gutters, pipes, etc.

Electrical resistance trace heating systems for industrial and commercial applications are specified in the IEC 62395 series [1]¹ and for explosive atmospheres applications in the IEC/IEEE 60079-30 series [2], as are mineral insulated heating cables.

Applications in which the sheath temperature exceeds 100 °C are outside the scope of this document.

The object of this document is to ensure that electrical resistance heating cables operate safely under their normal defined conditions of use. This is achieved by:

- employing heating cables of the appropriate construction that meet the test criteria detailed in this document;
- including, for heating cables with an electrical protective component, a metallic braid, concentric wires or sheath, or other suitable electrically conductive material for protective purposes in case of fault;
- ensuring that the heating cables operate at safe temperatures with respect to the materials used in the construction of the cables and their installations according to national regulations.

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 60050-461, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Part 461: Electric cables* (available at <http://www.electropedia.org>)

¹ Numbers in square brackets refer to the bibliography.

IEC 60228, *Conductors of insulated cables*

IEC 60332-1-1, *Tests on electric and optical fibre cables under fire conditions – Part 1-1: Test for vertical flame propagation for a single insulated wire or cable – Apparatus*

IEC 60332-1-2, *Tests on electric and optical fibre cables under fire conditions – Part 1-2: Test for vertical flame propagation for a single insulated wire or cable – Procedure for 1 kW pre-mixed flame*

IEC 60364-7-701, *Low-voltage electrical installations – Part 7-701: Requirements for special installations or locations – Locations containing a bath or shower*

IEC 60364-7-753, *Low-voltage electrical installations – Part 7-753: Requirements for special installations or locations – Heating cables and embedded heating systems*

IEC 62230, *Electric cables – Spark test method*

IEC 60811-201, *Electric and optical fibre cables – Test methods for non-metallic materials – Part 201: General tests – Measurement of insulation thickness*

IEC 60811-202, *Electric and optical fibre cables – Test methods for non-metallic materials – Part 202: General tests – Measurement of thickness of non-metallic sheath*

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

IEC 60811-501, *Electric and optical fibre cables – Test methods for non-metallic materials – Part 501: Mechanical tests – Tests for determining the mechanical properties of insulating and sheathing compounds*

IEC 60811-502, *Electric and optical fibre cables – Test methods for non-metallic materials – Part 502: Mechanical tests – Shrinkage test for insulations*

IEC 60811-503, *Electric and optical fibre cables – Test methods for non-metallic materials – Part 503: Mechanical tests – Shrinkage test for sheaths*

IEC 60811-506, *Electric and optical fibre cables – Test methods for non-metallic materials – Part 506: Mechanical tests – Impact test at low temperature for insulations and sheaths*

IEC 60811-507, *Electric and optical fibre cables – Test methods for non-metallic materials – Part 507: Mechanical tests – Hot set test for cross-linked materials*

IEC 60811-508, *Electric and optical fibre cables – Test methods for non-metallic materials – Part 508: Mechanical tests – Pressure test at high temperature for insulation and sheaths*

IEC 60811-509, *Electric and optical fibre cables – Test methods for non-metallic materials – Part 509: Mechanical tests – Test for resistance of insulations and sheaths to cracking (heat shock test)*

IEC 62395-1:2013, *Electrical resistance trace heating systems for industrial and commercial applications – Part 1: General and testing requirements*

ISO 4892-3:2016, *Plastics – Methods of exposure to laboratory light sources – Part 3: Fluorescent UV lamps*

3 Terms and definitions

For the purposes of this document, the terms and definitions given in IEC 60050-461 and the following apply.

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

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

3.1

armouring

mechanical reinforcement of the heating cable

Note 1 to entry: The reinforcement can be made of one or more layers of steel wires or braid, or of a metallic sheath or other suitable material.

3.2

cold lead

electrically insulated conductor or conductors used to connect a heating cable to the branch circuit and designed so that it does not produce significant heat

3.3

connection splice

sealed splice, connecting the heating cable to the cold lead, or an identical heating cable

3.4

earthing conductor

uninsulated conductor (drain wire) which is in good electric contact with the electrical screen along the length

3.5

electrically conductive screen

metallic braid, concentric wires, metallic sheath, or alternative covering with sufficient conductivity so that, when bonded to ground, will cause a residual current device (RCD) to operate under fault conditions

3.6

end termination

sealed termination, which may be heat producing, connected to the heating cable at the end opposite to that where the power is supplied

3.7

factory assembled heating cable set

heating cable set (unit) supplied with components, which are assembled by the manufacturer

3.8

field assembled heating cable

heating cable supplied in bulk with components to be assembled during installation

3.9

heating cable

cable, with or without an electrically conductive screen, metallic or equivalent, sheath or armour intended for emitting heat for heating purposes

3.10

heating cable set

heating cable with suitable power connection and end termination included

3.11

heating conductor

part of a serial heating cable in which the electrical energy is transformed into heat

3.12

insulation

material which insulates each conductor from other conductors or from conducting parts at earth potential

3.13

integral components

factory-assembled or field-assembled electrical terminations and connections, such as heat shrink terminations, moulded end seals or splices, which conform to the general shape of the heating cable and are exposed to the same environments as the heating cable

3.14

maximum sheath temperature

maximum temperature of the outermost covering of a heating cable

3.15

nominal voltage

actual voltage applied to the heating cable when in service

3.16

parallel heating cable

heating elements electrically connected in parallel, with the heating element either continuous or in discrete units or zones, such that the watt density per unit length is not significantly changed with any change in circuit length

3.17

rated resistance

resistance at 20 °C of 1 m of conductor

Note 1 to entry: Most heating cables contain more than one conductor and the resistance is measured for all conductors.

3.18

rated voltage

reference voltage for which the heating cable is designed

Note 1 to entry: The rated voltage is expressed by the combination of two values U_0/U , expressed in volts:

U_0 being the RMS value between any insulated conductor and "earth" (metal covering of the cable or the surrounding medium);

U being the RMS value between any two-phase conductors of a multicore cable or of a system of single-core cables.

Note 2 to entry: See IEC 62440:2008, 5.2 [3].

3.19

routine test

test made by the manufacturer on each manufactured length of cable to check that each length meets the specified requirements

3.20

sample test

test made by the manufacturer on samples of completed cable or components taken from a complete cable, at specified frequency, so as to verify that the finished product meets the specified requirements

3.21

sheath

uniform and continuous covering, metallic or non-metallic, enclosing the insulated conductor(s), used for mechanical protection and to protect the cable against influences from the surroundings

3.22

type test

test made before supplying, on a general commercial basis, a type of cable covered by this document, in order to demonstrate satisfactory performance characteristics to meet the intended application

Note 1 to entry: Type tests are of such a nature that, after they have been made, they need not be repeated, unless changes are made in the cable materials or design or manufacturing process which might change the performance characteristics.

4 Mechanical classification

The heating cables in this document have been divided into two classes which indicate their ability to withstand mechanical forces during and after installation. These classes are as follows:

- mechanical class M1: for heating cables intended for installation with low risk of mechanical damage;
- mechanical class M2: for heating cables intended for installation with higher risk of mechanical damage.

The class of any heating cable is determined by its performance as measured against the requirements in 8.2.7 and 8.2.14.

NOTE 1 Mechanical class M1: for heating cables intended for use in applications with low risk of mechanical damage, for example the installation on even surfaces like flat, smooth sub-floors of concrete or wooden materials or thermal insulations, embedded in screeds with no sharp objects.

NOTE 2 Mechanical class M2: for heating cables intended for use in applications with higher risk of mechanical damage, such as the installation on steel reinforcing grids, direct embedding in soil, in concrete with sharp objects, on roofs and gutters.

5 Requirements for marking

The product shall be identified by printing, embossing or indenting on the sheath or on a label attached to the product or on a component inside the heating cable.

Embossing shall not be used on the insulation.

A label shall be attached to the product in a permanent way and be clearly detectable to the electrical installer.

The label shall be attached to the part of the product which is clearly visible when unpacking the product ready for installation.

The marking shall at least contain:

- the identification of the manufacturer by name and/or a symbol;
- the type reference;
- the resistance per metre of heating cable at 20°C in ohms per metre for single or twin conductor series resistive heating cables and for a parallel heating cable, the power output in watts per metre at a reference temperature. This is not required for heating cable sets;
- the mechanical classification;
- the rated voltage for parallel heating cables or maximum nominal voltage for series heating cables;
- if applicable, the indication "not flame-retardant".

The distance between the end of one complete set of marks and the beginning of the next shall not exceed:

- 550 mm, if the marking is on the sheath;
- 275 mm, if the marking is on a component inside the heating cable.

If the units are factory assembled, the following additional information shall be provided:

For series resistive sets:

- nominal voltage;
- total wattage and wattage per metre;
- total resistance.

For parallel resistive sets:

- nominal voltage;
- power output in watts per metre at a reference temperature or total wattage.

Printed marking shall be durable. Compliance with this requirement shall be checked by the test given in 8.2.21.

The above are the minimum requirements and suppliers are free to add any additional information which may be useful, such as the following:

Traceability identification shall be added such as week and year of manufacture, or batch number.

NOTE National or regional regulations can give other requirements.

6 Requirements for installation instructions

The manufacturer shall provide product-specific installation instructions for heating cables, heating cable sets and components. The instructions shall be clearly identified as to the products and locations that apply, and shall include the following information:

- a) the intended use(s), either by general application type or by specific listed application;
- b) a means of isolating all line conductors from the supply;
- c) the indication that over-current protection is provided;
- d) the statement "Residual current device (RCD) having a residual current not exceeding 30 mA is required";

- e) for mechanical classification M1 heating cables, intended for reduced levels of mechanical forces, the statement "Caution: Do not use in areas subject to high mechanical loads or impact";
- f) an applicable statement to indicate that any metal sheath, braid, screen or equivalent electrically conductive covering of the heating cable shall be connected to an earth terminal;
- g) if unscreened heating cables are installed, the indication that they shall be covered by an electrically earthed mesh or equivalent and protected by a 30 mA RCD according to the installation standard. See also IEC 60364-7-701 and IEC 60364-7-753;
- h) minimum installation temperature;
- i) minimum bending radius;
- j) maximum sheath temperature, if applicable;
- k) a statement such as: "The presence of the heating cable shall be made evident by the posting of caution signs or markings, at appropriate locations, such as at the power connection fittings and/or at frequent intervals along the circuit and be part of any electrical documentation following the installation";
- l) if applicable, the statement "The heating cable shall only be installed in concrete or other non-combustible materials";
- m) for series resistive heating cables with more than two conductors, the indication that the resistance of each conductor shall be given.

The above are the minimum requirements and suppliers are free to add any additional information which may be useful.

NOTE National regulations, or in their absence, the IEC 60364 series [4], can give additional requirements.

7 General requirements for construction of heating cables

7.1 General

The heating cables shall be designed and constructed so as to give electrical, thermal and mechanical durability, and so that, in normal use, their performance is without danger to the user or surroundings.

Tapes, fillers, filler strings, etc. may be used in the heating cable.

All integral components shall comply with this document.

Compliance is checked by all the requirements and tests specified in this document.

It is presupposed that all exposed parts of a heating cable and heating cable set intended for use in contact with tap water are constructed of materials that meet relevant national or local requirements.

7.2 Conductors

Conductors shall consist of one or more wires of pure or alloyed metal, or other suitable material.

The resistance of the heating conductors at 20 °C shall be in accordance with the values given by the manufacturer with a maximum tolerance of $\begin{smallmatrix} +10 \\ -5 \end{smallmatrix}$ %.

The heating conductor-material used shall not have a negative temperature coefficient of resistance. Compliance shall be checked according to the test in 8.2.1.

7.3 Insulation

The insulating materials used in heating cables shall be suitable for the intended use. This shall be verified by meeting the tests and the requirements given in this document.

The minimum mean value of the insulation thickness shall be stated by the manufacturer and measured in accordance with IEC 60811-201, and meet the minimum requirements specified in 8.3.4.

7.4 Electrically conducting screen

When applicable and required, heating cables shall be provided with an evenly distributed electrically conductive metallic screen, or electrically conductive metallic sheath, tape or laminate or other suitable electrically conductive material. The metallic screen or electrically conductive material shall enable protection device(s) to operate as intended.

NOTE 1 For heating cables without an electrically conducting screen, additional national requirements can apply.

The resistance of the conductive sheath or screen, inclusive of a separate earthing conductor which shall be in contact with the sheath or screen, shall be not higher than the resistance of each conductor in the heating cable or higher than the resistance of a plain copper conductor having a 0,5 mm² cross-sectional area as given for a class 1 conductor according to IEC 60228, whichever is the lesser. A number of copper wires may be included in order to comply with the requirements.

NOTE 2 In some countries, national regulations require the resistance to be less than that of 0,5 mm² copper conductors.

Compliance shall be checked as described in 8.2.1.

If a conductive sheath or screen alone is used as the earthing conductor, the resistance measured shall be the total resistance including the earthing connection wire (drain wire).

Electrically conductive screens shall be so constructed as to prevent the penetration of foreign substances greater than 1 mm in diameter into the insulation without touching the screen. Compliance shall be checked by the test specified in 8.2.5.

7.5 Armouring

Separate armouring, if any, may consist of metallic or non-metallic wires, sheath, tape or laminate. Electrically conductive armouring shall be so constructed as to prevent the penetration of foreign substances greater than 1 mm in diameter into the insulation without touching the armouring. Compliance shall be checked by the test specified in 8.2.5.

NOTE National regulations can give other requirements.

7.6 Sheath

The sheathing materials used in heating cables shall be suitable for the intended use. This shall be verified by meeting the tests and the requirements given in this document. A non-metallic outer sheath shall give mechanical and/or corrosion protection dependent on the type of heating cable.

The minimum mean value of the sheath thickness shall be stated by the manufacturer and measured in accordance with IEC 60811-202, and meet the minimum requirements specified in 8.3.5.

7.7 Moisture resistance

Heating cables shall comply with the requirements as stated in 8.2.2.

NOTE This requirement is regarded at least comparable with class IPX7 as defined in IEC 60529 [5].

8 Testing

8.1 Type tests – General requirements

All described routine and sample tests shall be included in the type test, except for the spark test specified in 8.3.1.

For heating cables intended to be supplied in bulk, a sample of suitable length, for example a 5 m sample, shall be used for testing, if not otherwise specified.

For heating cable sets which are factory assembled, including cold lead, connection splice and end termination, the complete heating cable set shall be used for testing. Alternatively, a 5 m sample of heating cable may be tested. The various parts (components) such as cold lead, connection splice and end termination may be assembled on a dummy length of heating cable and tested separately.

For heating cables intended to be field assembled, the cold lead, connection splice and end terminations to be used and specified by the manufacturer shall be assembled, according to the manufacturer's instructions, with the heating cable to form a heating cable set. The complete heating cable set shall be tested. Alternatively, a 5 m sample of heating cable may be tested. The various parts such as cold lead, connection splice and end termination may be assembled on a 5 m dummy length of heating cable and tested separately, if not otherwise specified.

All sample components used shall be typical examples from what is supplied to the market or intended to be supplied to the market.

Tests shall be conducted at a room temperature between $(23 \pm 5) ^\circ\text{C}$, unless otherwise specified.

Unless otherwise specified, the test voltage shall be alternating current at a frequency between 49 Hz and 61 Hz of approximately sinusoidal waveform.

For a parallel resistive heating cable, the power output in watts per metre shall be checked according to the test in 8.2.3.

For a parallel resistive heating cable, the start-up current shall be checked according to the test in 8.2.4.

Separate samples may be used for each test unless otherwise specified. These shall be prepared in accordance with the manufacturer's recommendations.

8.2 Type tests – Detailed test requirements

8.2.1 Electrical resistance of heating conductors and screen

The resistance of the conductor(s) and screen, if any, shall be measured by any suitable means on samples at least 1,0 m long. Two measurements shall be taken for each individual conductor, the first at ambient temperature and the second at a temperature of $(100 \pm 2) ^\circ\text{C}$. The measurement at ambient temperature, corrected to $(20 \pm 1) ^\circ\text{C}$, shall determine whether or not the resistance value specified by the manufacturer has been achieved, both for the conductors and the screen.

The measurement at the higher temperature shall be compared with that at ambient temperature to confirm that each individual conductor does not have a negative temperature coefficient of resistance.

8.2.2 Water immersion and temperature cycling test

8.2.2.1 General remark

A $(5 \pm 0,1)$ m sample shall be subjected to a cycle ageing test and shall be immersed for a total of 56 h in tap water at a temperature of $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$ for 8 h, $(80 \pm 5) ^\circ\text{C}$ for 16 h, $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$ for 8 h, $(80 \pm 5) ^\circ\text{C}$ for 16 h and $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$ for 8 h, i.e. 8 h + 16 h + 8 h + 16 h + 8 h. The sample shall be transferred to preheated water containers between each sub-cycle. The temperature in the water containers shall be controlled, for example by placing them in preheated cabinets in accordance with IEC 60811-401.

Heating cable sets, including factory assembled cold lead, splice and end seal shall be subjected to this test after being assembled to a suitable heating cable.

Splices and end seals intended for heating cables for field assembly shall be subjected to this test after being assembled to a suitable heating cable and with cold leads.

All heating cable types and heating cable sets shall be tested, except if they are clearly identified as not to be used in wet or humid conditions.

The sample may be transferred from the ageing water immersion unit to another water immersion unit for the dielectric testing described in 8.2.2.2 and the electrical insulation resistance test described in 8.2.2.3. The water temperature of both shall be $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$.

After the cycle ageing the heating cable sheath shall be subjected to a mechanical test in accordance with IEC 60811-501.

There shall be no variation greater than $\pm 25\%$ from the original, unaged value for the tensile strength and no variation greater than $\pm 25\%$ from the original, unaged value for the elongation at break.

8.2.2.2 Dielectric test

A 5 m sample shall be submerged in tap water with uncovered ends of the sample protruding sufficiently to avoid flashover. The metallic or other equivalent electrically conductive screen and/or metal sheath shall be removed from the ends of the sample in order to prevent breakdown at these points.

Heating cables which have not been factory assembled and which are supplied with special connections shall be tested with these connections submerged in water.

For a twin- and multi-conductor series resistive heating cable where the conductors are electrically insulated from each other, the voltage shall be applied between the conductors and between the conductors connected together and the metallic or equivalent conducting material, sheath, armour or screen, and water if no armour or screen is part of the heating cable construction.

For single conductor series heating cables with a metallic, or equivalent conducting material, sheath, armour or screen, the voltage shall be applied between the conductor and the sheath, armour or screen.

For single conductor series heating cables without a metallic, or equivalent conducting material, sheath, armour or screen the heating cable shall be submerged in water with the ends protruding from the water to avoid flashover at the ends. The voltage shall be applied between the conductor and the water.

For parallel resistive heating cables, the voltage shall be applied between the conductors connected together and the metal sheath, braid, screen or equivalent electrically conductive covering.

Dielectric strength for insulated heating wires shall be tested by placing the insulated wire in tap water. The voltage shall be applied between the conductor and the water.

An alternating current test voltage of 2 000 V with a tolerance of ± 3 % shall be applied for 5 min. The test voltage shall be increased gradually, and the specified value reached in a time of 2 s to 10 s.

No breakdown shall occur.

8.2.2.3 Electrical insulation resistance test

The electrical insulation resistance shall be measured on the test sample(s) prepared in accordance with 8.2.2.2, after the dielectric test in 8.2.2.2 has been carried out.

Non-screened heating cables shall be tested, submerged in water, with any layer(s) outside the insulation removed.

For single conductors, series resistive heating cables, the resistance of the electrical insulation shall be measured between the conductor and the metallic or equivalent conducting material, sheath or armour or conductive screen.

For a multi-conductor series resistive heating cable, where the conductors are electrically insulated from each other, the resistance of the insulation shall be measured between the conductors connected together and the metallic, or equivalent conducting material, sheath or armour or conductive screen, and also between each conductor in turn with the remaining conductor(s) connected together.

For parallel heating cables the resistance shall be measured between the conductors connected together and the metal sheath, braid, screen or equivalent electrically conductive covering.

The insulation resistance shall be measured by means of a direct current voltage of 1 000 V with a tolerance of ± 3 %, 1 min after application of the voltage. The measured value shall be not less than 50,0 M Ω .

8.2.3 Verification of rated output for parallel heating cables

The rated output shall be verified by the method described in 5.2.10.3.2 of IEC 62395-1:2013.

8.2.4 Verification of start-up current for parallel heating cables

The start-up current of the heating cable shall be measured as described in IEC 62395-1:2013.

8.2.5 Penetration test for electrically conductive screen

One sample, at least 5 m in length, shall be tested at three places, at approximately the mid-point and at approximately 500 mm from each end. Before testing, 1 m of the sample, to include the mid-point of the sample, shall be bent on a mandrel to the minimum bend radius as given by the manufacturer and then straightened.

A steel test pin with a diameter of 1 mm shall be pushed through the outer sheath, the electrically conductive screen and the insulation, to touch the conductor(s). If the electrically conductive screen consists of individual wires (braid, or helical, or parallel distributed, or drain wire) they shall be joined together at the end of the sample before connection to the RCD and voltage applied.

The verification is achieved by activation of a residual current device (RCD) which operates at a maximum of 30 mA, showing that the steel pin has made contact with both the heating cable conductor (or resistance wire) and the electrically conductive screen. The test shall be conducted at nominal voltage, i.e. the voltage applied to the heating cable when in service and as declared by the manufacturer. The test pin shall not be connected to earth when the RCD is connected.

Electrically insulated and earth connected tools shall be used when voltage is applied to the sample

NOTE A combination of an electrically conductive- screen and –sheath is a possible design.

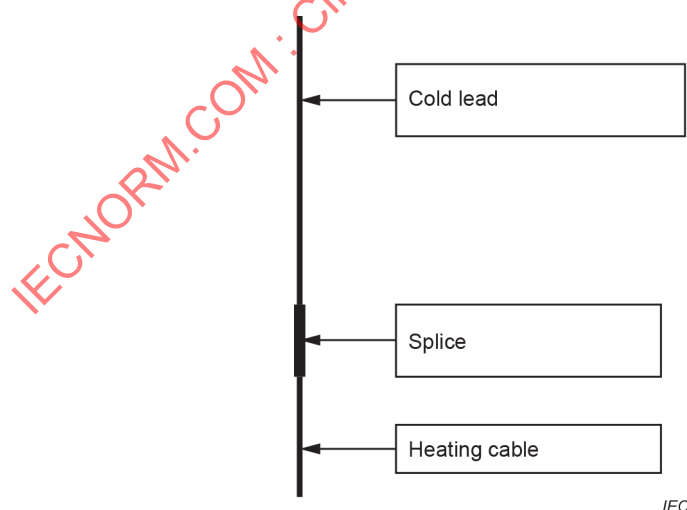
8.2.6 Flammability test

Heating cables intended to be installed and embedded in concrete, or other non-combustible materials shall be exempted from this test. This exemption does not apply to cold leads in heating cables sets, i.e. cold leads shall be flame retardant.

A flammability test shall be performed on heating cables and cold leads with the test apparatus described in IEC 60332-1-1 and the procedure and requirements described in IEC 60332-1-2. The requirement for charring extending downwards does not apply when the end seal forms the lower part of the sample.

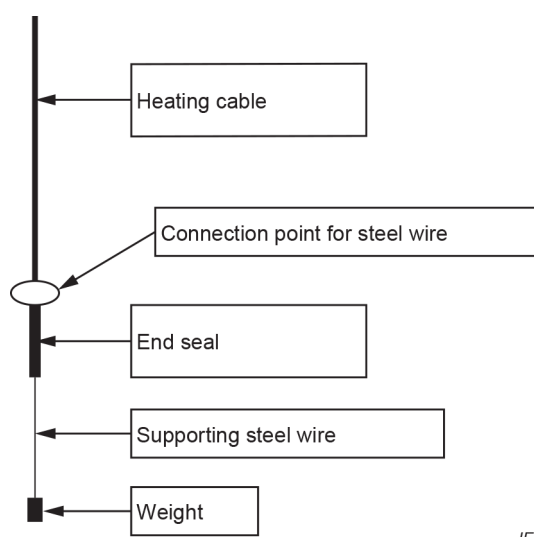
The test shall be performed on the heating cable and all integral components of a heating cable set.

If a product constitutes splice and end seal components, samples shall be prepared so that each component and the heating cables are tested, and so that the middle part of the splice or end seal forms the part of the heating cable sample to which the test flame is applied, and the heating cable and/or the cold lead forms the upper part of the sample (see Figure 1 and Figure 2). When the end seal is tested, the sample may be supported by a 0,5 mm to 1,0 mm diameter steel wire attached to the lower end of the sample with a weight necessary to keep the sample in a stable position.



IEC

Figure 1 – Typical arrangement for splice testing



IEC

Figure 2 – Typical arrangement for end seal testing

8.2.7 Deformation test for installation classification

8.2.7.1 General remark

Heating cables shall be capable of withstanding the mechanical forces to which they will normally be subjected during installation and while in service. The heating cables are therefore grouped into two classes: mechanical class M1 with mechanical compression requirements as defined in 8.2.7.2, and mechanical class M2 as defined in 8.2.7.3.

The test also applies to integral components such as connection splice, end seal and cold lead which are factory mounted or intended to be field assembled and with the accessories specified by the manufacturer.

8.2.7.2 Class M1: Heating cables intended for installation with low risk of mechanical damage

Three samples of minimum (200 ± 20) mm in length of the completed heating cable shall be placed individually, on top of, and at right angles to, a cylindrical steel rod 6 mm in diameter resting upon a flat steel support.

A force of 600 N with a tolerance of $\pm 5\%$ shall be applied without shock and maintained at any point of intersection of the test piece and the steel rod by means of a rigid plate 100 mm by 100 mm. After the force has been applied for 30 s, the test piece still under load shall be capable of withstanding, without breakdown, an alternating current voltage of $(1\,500 \pm 5)$ V for 30 s. The voltage shall be applied between the conductor(s) and the metallic or other equivalent material, screen, braid or sheath. For heating cables without screen, the voltage shall be applied between the conductor(s) and the steel rod. If the heating cable has more than one conductor, the voltage test shall also be applied between the conductors.

There shall be no cracks in the outer layer visible by visual inspection.

None of the screen wires or conductors shall be broken as seen by visual inspection after cutting out the sheath and insulation.

If one of the samples fails to meet the requirement, two new complete sets of samples (3 + 3) shall be tested. If both sets pass the test requirement, the heating cable shall be deemed to meet the test.

8.2.7.3 Class M2: Heating cables intended for installation with higher risk of mechanical damage

As for 8.2.7.2, but with a force of 1 500 N with a tolerance of ± 5 %.

8.2.8 Cold impact test

This test is to be carried out at $(-5 \pm 2) ^\circ\text{C}$, or the lowest installation temperature specified by the manufacturer, whichever is lower.

The test shall be carried out on three samples, of a minimum length of 0,5 m, using the impact test apparatus described in IEC 60811-506.

A heating cable having a non-circular cross-section shall be so positioned that the impact is applied along the minor axis.

Heating cables and heating cable sets according to class M1 shall be subjected to this test with an impact energy of 2 J.

NOTE 1 This can be achieved e.g. by a falling mass of 500 g from a height of 400 mm.

Heating cables and heating cable sets according to class M2 shall be subjected to this test with an impact energy of 4 J.

NOTE 2 This can be achieved e.g. by a falling mass of 1 000 g from a height of 400 mm.

This test also applies to connection splice, end-termination and cold lead which are factory mounted or intended to be field assembled and accessories specified by the manufacturer.

After the impact test, the test piece shall be capable of withstanding, without breakdown, an AC voltage of 1 500 V with a tolerance of ± 5 % for 30 s and according to the procedure in 8.2.2.2.

For heating cables with metallic or other equivalent material, screen, armour or sheath the voltage shall be applied between the conductor(s) and the screen, armour or sheath and the apparatus.

In the case of unscreened heating cables, the test pieces shall be submerged in water for 5 min before the test voltage is applied, with the test piece still in water and with earth connected to the water.

There shall be no cracks in the outer layer visible by visual inspection.

All samples shall pass the test requirements.

If one of the samples fails to meet the requirement, two new complete sets of samples (3 + 3) shall be tested. If both sets pass the test requirement, the heating cable shall be deemed to meet the test.

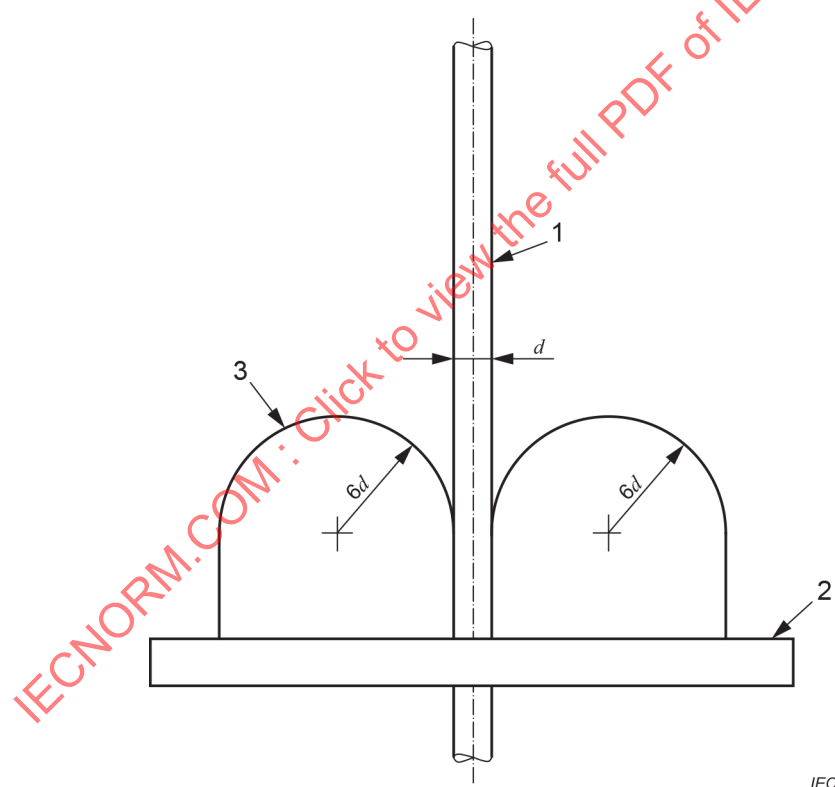
8.2.9 Cold bend test

The apparatus used for the cold bend test is shown in Figure 3, with the radius of the mandrel as shown, or with the radius equal to the manufacturer's stated minimum bend radius. A sample of heating cable shall be fixed to the apparatus as shown. The apparatus and sample shall be placed in a refrigerated compartment and maintained at $(-10 \pm 2) ^\circ\text{C}$, or at the manufacturer's minimum recommended installation temperature, whichever is lower for a period not less than 4 h. At the end of this period, the sample shall be bent through 90° around one of the mandrels, then bent through 180° in the opposite direction over the second mandrel and then straightened to its original position. All the bending operations shall be carried out in the same plane. This cycle of operation shall be performed three times and the rate of bend shall not be faster than 5 s per cycle.

This test only applies to the heating cable and the cold lead, if any.

Conformity is verified by testing the electrical insulation in accordance with 8.2.2.2 without submersion in water for screened heating cables and with unscreened heating cables submersed in water for 5 min before the test voltage is applied, with the test piece still in water.

There shall be no cracks in the outer layer visible by visual inspection.



Key

- 1 sample
- 2 base
- 3 mandrel
- d cable diameter or thickness for primary bending plane

Figure 3 – Cold bend test

8.2.10 Ageing test for insulation

The insulation shall be aged in a heating cabinet in accordance with IEC 60811-401. Unaged and aged samples shall be tested for tensile strength and elongation at break in accordance with IEC 60811-501.

The ageing shall be performed for 14 days at $(135 \pm 2) ^\circ\text{C}$.

There shall be no variation greater than $\pm 25\%$ from the unaged value for the tensile strength and no variation greater than $\pm 25\%$ from the unaged value for the elongation at break.

The minimum elongation at break requirement is 150 %, before and after ageing.

8.2.11 Ageing test for non-metallic sheath

If provided, the sheath shall be aged in a heating cabinet in accordance with IEC 60811-401. Unaged and aged samples shall be tested for tensile strength and elongation at break in accordance with IEC 60811-501. The material shall pass one of the following tests described in method A or method B.

If the test specimen melts during test method A, then use method B.

Method A:

The ageing shall be performed for 14 days at $(135 \pm 2) ^\circ\text{C}$. The unaged value for the tensile strength shall be minimum 10 MPa. The unaged minimum value for the elongation at break shall be minimum 100 %. There shall be no variation greater than $\pm 25\%$ from the original, unaged value for the tensile strength and no variation bigger than $\pm 25\%$ from the original, unaged value for the elongation at break.

Method B:

The ageing shall be performed for 80 days at $(110 \pm 2) ^\circ\text{C}$. The unaged value for the tensile strength shall be minimum 10 MPa. The unaged minimum value for the elongation at break shall be minimum 100 %. There shall be no variation greater than $\pm 25\%$ from the original, unaged value for the tensile strength and no variation bigger than $\pm 25\%$ from the original, unaged value for the elongation at break.

8.2.12 Compatibility test

A complete heating cable sample shall be aged for 14 days at $(110 \pm 2) ^\circ\text{C}$ in a heating cabinet in accordance with IEC 60811-401.

Three samples shall be tested from the insulation and sheath.

There shall be no variation greater than $\pm 25\%$ from the original, unaged value for the tensile strength and no variation greater than $\pm 25\%$ from the original, unaged value for the elongation at break both for the insulation and the sheath measured in accordance with IEC 60811-501.

8.2.13 Weathering and UV resistance test

This test is to determine the UV stability of the outer non-metallic sheathing material of the heating cable in the condition as manufactured. This is done by means of measuring tensile strength and elongation at break in the condition as manufactured and after exposure to ultraviolet light and water.

The test is limited to applications where heating cables are exposed to sunlight or to other sources of UV-radiation.

Two test methods are described, one based on ISO 4892-3, given in 8.2.13 and a test method given in Annex A.

NOTE 1 The test methods described are considered to give comparable results.

NOTE 2 Additional information on weathering and UV resistance testing can be found in ISO 4892-1 [6] and ISO 4892-2 [7].

The test used shall be agreed between the manufacturer and the customer and certifying agency as applicable.

A sample of the finished heating cable shall be selected to prepare 10 test pieces in accordance with IEC 60811-501.

Five dumb-bell samples of the outer non-metallic sheath of the heating cable or heating cable set shall be tested with the apparatus described in ISO 4892-3, using type 1A (UVA-340) fluorescent UV lamp.

The samples shall be exposed to UV light for 8 h at $(60 \pm 2) ^\circ\text{C}$ followed by 4 h of condensation at $(50 \pm 2) ^\circ\text{C}$. This cycle shall be repeated continuously for a total of 2000 h.

After the exposure, the test specimens shall be removed from the equipment and conditioned at ambient temperature for at least 16 h.

The five exposed test pieces and the five not exposed test pieces shall be tested separately and in close succession for tensile strength and elongation at break. The respective median values shall be calculated from the five tensile-strength and elongation at break values obtained for the conditioned test pieces and shall be divided by the median values of the five tensile-strength and elongation at break values obtained for the unconditioned test pieces.

It is required that the tensile strength and elongation at break after treatment of exposure have a variation of maximum $\pm 30\%$ of the values measured on not exposed test pieces.

A colour fading may appear after the test.

Heating cables having a continuous metal sheath with no outer non-metallic sheath shall be exempted from this test.

8.2.14 Tensile test

Samples of heating cables shall be tested on a tensile machine equipped with jaws of a similar design to that shown in Figure 4. The sample shall be arranged in the jaws as shown in Figure 4. The initial separation of the jaws shall be 150 mm. The jaw separation rate shall be 50 mm/min. The conductors shall be monitored for continuity and the samples shall be continuously examined for evidence of failure of any constituent part of the heating cable. The load at which such evidence is first detected shall be deemed to be the failure load.

Three samples shall be tested, and the minimum measured failure load quoted as the test result.

All completed heating cables shall be subjected to a tensile test and shall withstand a minimum force of 120 N.

Furthermore, heating cables designated mechanical class M2 shall withstand a minimum tensile force of 300 N.

If one of the samples fails to meet the requirement, two new complete sets of samples (3 + 3) shall be tested. If both sets pass the test requirement, the heating cable shall be deemed to meet the test.

Dimensions in millimetres

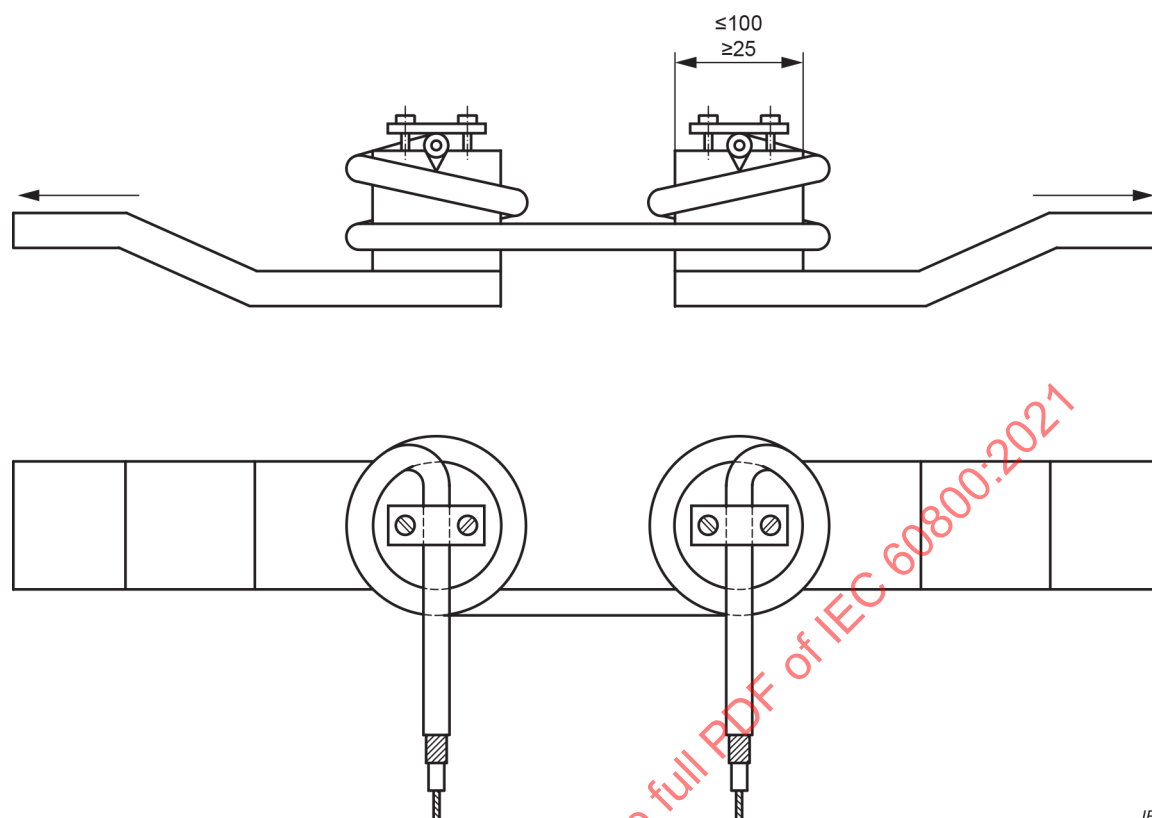


Figure 4 – Jaws for tensile machine

8.2.15 Reverse winding test

A piece of the completed heating cable shall be wound onto a mandrel, under a sufficient tensile load to form a close helix of at least three turns. The mandrel diameter shall be six times the overall diameter for unscreened and screened heating cables, and 15 times the overall diameter for armoured heating cables, or the minimum bending diameter specified by the manufacturer. For flat heating cables, the minor dimension of the heating cable shall be used in place of diameter.

The complete test shall comprise six test cycles, each cycle consisting of the winding of the heating cable onto the mandrel, unwinding and re-winding in the reverse direction so that the surface of the heating cable inside the helix during the first winding shall be on the outside surface of the helix upon re-winding.

By visual inspection, there shall be no signs of damage on any part of the heating cable, such as cracks in the outer sheath, broken screen wires or conductors. Slight puckering of the sheath shall not be considered as a failure.

On completion of the reverse winding, the test piece shall be subjected to the dielectric test in 8.2.2.2, but with a water immersion period of 1 h prior to the voltage test.

The dielectric test shall be performed between conductors and between conductors and screen, or water, as applicable.

8.2.16 Heat shock test

IEC 60811-509 shall be used, with the following modifications.

The heating part of a circular heating cable shall be wound onto a mandrel with six close turns, six times the sample outer diameter and placed in a heating cabinet at $(150 \pm 2) ^\circ\text{C}$ for 1 h. If the individual turns of the sample melt or stick together, the test shall be performed at $(110 \pm 2) ^\circ\text{C}$ for 8 h.

The heating part of a non-circular heating cable shall be so positioned that the widest surface is touching the mandrel. The mandrel shall have a diameter of 6 times the minor axis.

One sample shall be tested.

There shall be no cracks in the outer layer visible by visual inspection, both from the outside and from the inside after removing the sheath. If the sample fails during the test, two new samples shall be tested and if both samples pass the test, the product shall be deemed to pass the test.

8.2.17 Shrinkage test for insulation and sheath

a) Insulation

Two samples, each 300 mm in length shall be tested in accordance with IEC 60811-502.

The test shall be carried out at a temperature of $(130 \pm 2) ^\circ\text{C}$ for 1 h.

The average shrinkage of the two samples shall be less than 4 %.

If one of the samples fails to meet the requirement, two new complete sets of samples (2 + 2) shall be tested. If both sets pass the test requirement, the heating cable shall be deemed to meet the test.

b) Sheath

Two samples, each 300 mm in length, shall be tested in accordance with IEC 60811-503.

The test is carried out at a temperature of $(110 \pm 2) ^\circ\text{C}$ for 1 h.

The average shrinkage of the two samples shall be less than 4 %.

If one of the samples fails to meet the requirement, two new complete sets of samples (2 + 2) shall be tested. If both sets pass the test requirement, the heating cable shall be deemed to meet the test.

8.2.18 Hot set test

Cross-linked insulation and sheathing materials shall be checked for cross-linking degree by the hot set test method described in IEC 60811-507 at a temperature of $(200 \pm 3) ^\circ\text{C}$.

The maximum allowable elongation under load shall be 175 % and maximum permanent elongation after cooling shall be 15 %.

8.2.19 Cyclic ageing test for the heating cable

For heating cables intended to be installed in screed or concrete, five samples of the non-metallic outer layer of the heating cable, prepared in accordance with IEC 60811-202, shall be subjected to a cyclic ageing test for six weeks at the following test conditions:

- one cycle = one week;
- dry ageing: 120 h at $(110 \pm 2) ^\circ\text{C}$ in air;
- wet ageing in an alkaline water solution at $(50 \pm 2) ^\circ\text{C}$ for 48 h.

The water solution shall have a $\text{pH} > 12$, measured at room temperature, and be made of tap water, CaCO_3 and Ca(OH)_2 , adjusting the pH with the Ca(OH)_2 . The samples shall be placed in a jar, filled with the water solution, in a heating cabinet in accordance with IEC 60811-401.

The jar shall be covered with an aluminium foil or a lid during the ageing period for reasons of evaporation of the fluid.

NOTE 50 g of CaCO_3 per litre and 2 g to 3 g of Ca(OH)_2 per litre of water has been found as approximate amounts to achieve a saturated solution of CaCO_3 and the necessary pH of the water solution, but adjustments can be necessary after each cycle due to evaporation of water. The pH is tested by using commercially available pH-paper with good sensitivity in the alkaline part of the pH-scale.

After six cycles the tensile strength and elongation at break shall be measured in accordance with IEC 60811-501.

The variation from unaged samples shall be less than $\pm 25\%$ for the tensile strength and $\pm 25\%$ for the elongation at break.

8.2.20 Cyclic ageing test for splices and end seals

Five dummy samples between 0,25 m and 0,5 m in length of heating cable sets intended to be installed in screed or concrete, with incorporated end seals and/or splices shall be subjected to a cyclic ageing test for six weeks at the following test conditions:

- one cycle = one week;
- dry ageing: 120 h at $(110 \pm 2)^\circ\text{C}$ in air;
- wet ageing in an alkaline water solution at $(50 \pm 2)^\circ\text{C}$ for 48 h.

The water solution shall have a $\text{pH} > 12$, measured at room temperature, and be made of tap water, CaCO_3 and Ca(OH)_2 , adjusting the pH with the Ca(OH)_2 .

The jar shall be covered with an aluminium foil or a lid during the ageing period for reasons of evaporation of the fluid.

NOTE 50 g of CaCO_3 per litre and 2 g to 3 g of Ca(OH)_2 per litre of water has been found as approximate amounts to achieve a saturated solution of CaCO_3 and the necessary pH of the water solution, but adjustments might be necessary after each cycle due to evaporation of water. The pH is tested by using commercially available pH-paper with good sensitivity in the alkaline part of the pH-scale.

For wet ageing, the samples shall be placed in a jar at $(50 \pm 2)^\circ\text{C}$ in a heating cabinet in accordance with IEC 60811-401. Cover the jar with aluminium foil during the ageing period. After this time, the jar with the samples shall be naturally cooled to room temperature. The insulation resistance shall be measured between the conductor(s) and the screen, and between the conductor(s) and the water solution.

The insulation resistance shall be measured in accordance with 8.2.2.3.

The measured value shall not be less than 50 M Ω .

8.2.21 Checking of the durability of markings

Compliance shall be checked by trying to remove the marking by rubbing lightly ten times with a piece of cotton wool or cloth soaked in water.

The marking shall be legible with normal or corrected vision after the test has been performed.

8.2.22 Pressure test at high temperature for insulation and sheath

The tests shall be made in accordance with IEC 60811-508 and at a temperature of $(90 \pm 2)^\circ\text{C}$ both for the insulation and sheath.

The deformation shall not be more than 50 % of the initial thickness of the sample.

8.3 Routine and sample tests

8.3.1 General remarks

The high voltage test and resistance test are routine tests while the other tests are sample tests.

During the insulation and sheathing processes a spark test in accordance with IEC 62230 shall be performed according to the following voltage levels:

Insulation: minimum 6 000 V.

Sheath: minimum 3 000 V.

Every heating cable set shall be tested for high voltage and unit resistance as routine tests.

8.3.2 Voltage test

Each supplied length or item, whether in bulk or individually produced heating cable set, shall be subjected to a dielectric test.

The voltage test shall be performed between conductors and between conductors and screen, as applicable.

For heating cable sets < 300 m in length, the test shall be carried out at an AC voltage of 2,5 kV with a tolerance of ± 3 % for at least 5 s.

For long bulk heating cables, the test shall be carried out at an AC voltage of 2,5 kV with a tolerance of ± 3 % for 1 min or at a DC voltage of 3,5 kV with a tolerance of ± 3 % for 1 min.

No breakdown shall occur.

8.3.3 Heating cable resistance and output verification

The output rating for each shipped length of heating cable shall be verified by measurement of the DC resistance or current at a given voltage and temperature.

For DC resistance and conductance, the resistance of the heating element per metre of conductor length at 20 °C shall be in accordance with the values given by the manufacturer with a maximum tolerance of $^{+10}_{-5}$ %, unless otherwise specified.

For parallel resistive heating cables, the value of current at a given voltage and temperature shall be within the manufacturer's tolerance.

8.3.4 Insulation thickness

The mean value of the insulation thickness shall be stated by the manufacturer.

The measurement of mean and minimum insulation thickness shall be measured according to the method described in IEC 60811-201.

The thickness at any place shall not be less than the mean value minus 15 %.

8.3.5 Sheath thickness

The mean value of the sheath thickness shall be stated by the manufacturer.

The sheath thickness shall be measured according to the method described in IEC 60811-202.

The thickness at any place shall not be less than the mean value minus 20 %.

8.3.6 Hot set test

Cross-linked insulation and sheathing materials shall be checked for cross-linking degree by the hot set test method described in IEC 60811-507 at a temperature of $(200 \pm 3) ^\circ\text{C}$.

The maximum allowable elongation under load is 175 % and maximum permanent elongation after cooling is 15 %.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60800:2021

Annex A (normative)

Weathering and UV resistance test

This test is to determine the UV stability of the sheathing material of the heating cable in the condition as manufactured. This is done by means of measuring tensile strength and elongation at break in the condition as manufactured and after exposure to ultraviolet light and water.

The test is limited to applications where heating cables are exposed to sunlight or to other sources of UV-radiation.

The testing apparatus is equipped with the following:

- a ray source consisting of a xenon arc lamp with borosilicate filters so that the typical irradiance should be 60 W/m^2 with a tolerance of $\pm 15 \%$ with a spectrum between 300 nm and 400 nm;
- a means to provide automatic control of temperature, humidity and cycles;
- a generator of deionized water with a conductivity not greater than $5 \mu\text{S/cm}$; the rate of flow should be sufficient to guarantee that all the test specimens can be washed;
- a means to control the irradiance.

A sample of the finished heating cable shall be selected to prepare 10 test pieces in accordance with IEC 60811-501.

Five test pieces shall be exposed to the treatment for 720 h in 360 cycles of 120 min defined as follows:

- 102 min of dry radiation exposure at a temperature of $(60 \pm 3) ^\circ\text{C}$ and relative humidity of $(50 \pm 10) \%$, followed by
- 18 min of rain exposure, without radiation, at a temperature of $(50 \pm 3) ^\circ\text{C}$ without control of the relative humidity.

NOTE Additional information on weathering and UV resistance testing can be found in ISO 4892-1 [6] and ISO 4892-2 [7].

After the exposure, the test specimens shall be removed from the equipment and conditioned at ambient temperature for at least 16 h.

The five exposed test pieces and the five not exposed test pieces shall be tested separately and in close succession for tensile strength and elongation at break. The respective median values shall be calculated from the five tensile-strength and elongation at break values obtained for the conditioned test pieces and shall be divided by the median values of the five tensile-strength and elongation at break values obtained for the unconditioned test pieces.

It is required that the tensile strength and elongation at break after treatment of exposure have a variation of maximum $\pm 30 \%$ of the values measured on not exposed test pieces.

A colour fading may appear after the test.

Heating cables having a continuous metal sheath with no outer non-metallic sheath shall be exempted from this test.

Bibliography

- [1] IEC 62395 (all parts), *Electrical resistance trace heating systems for industrial and commercial applications*
- [2] IEC/IEEE 60079-30 (all parts), *Explosive atmospheres – Part 30: Electrical resistance trace heating*
- [3] IEC 62440:2008, *Electric cables with a rated voltage not exceeding 450/750 V – Guide to use*
- [4] IEC 60364 (all parts), *Low-voltage electrical installations*
- [5] IEC 60529, *Degrees of protection provided by enclosures (IP Code)*
- [6] ISO 4892-1, *Plastics – Methods of exposure to laboratory light sources – Part 1: General guidance*
- [7] ISO 4892-2:2006, *Plastics – Methods of exposure to laboratory light sources – Part 2: Xenon-arc lamps*
- [8] IEC 60811-100, *Electric and optical fibre cables – Test methods for non-metallic materials – Part 100: General*
- [9] IEC 60811-203, *Electric and optical fibre cables – Test methods for non-metallic materials – Part 203: General tests – Measurement of overall dimensions*
- [10] IEC 60811-504, *Electric and optical fibre cables – Test methods for non-metallic materials – Part 504: Mechanical tests – Bending tests at low temperature for insulation and sheaths*

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60800:2021

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	34
INTRODUCTION	36
1 Domaine d'application	37
2 Références normatives	37
3 Termes et définitions	39
4 Classification mécanique	41
5 Exigences relatives au marquage	42
6 Exigences relatives aux instructions d'installation	43
7 Exigences générales pour la construction des câbles chauffants	43
7.1 Généralités	43
7.2 Conducteurs	44
7.3 Isolant	44
7.4 Écran conducteur électrique	44
7.5 Armure	45
7.6 Gaine	45
7.7 Résistance à l'humidité	45
8 Essais	45
8.1 Essais de type – Exigences générales	45
8.2 Essais de type – Exigences détaillées des essais	46
8.2.1 Résistance électrique des conducteurs chauffants et de l'écran	46
8.2.2 Immersion dans l'eau et essai de cycle thermique	46
8.2.3 Vérification de la puissance assignée des câbles chauffants en parallèle	48
8.2.4 Vérification du courant de démarrage pour les câbles chauffants en parallèle	48
8.2.5 Essai de pénétration pour l'écran conducteur électrique	48
8.2.6 Essai d'inflammabilité	48
8.2.7 Essai de déformation pour la classification d'installation	49
8.2.8 Essai de choc à froid	50
8.2.9 Essai de pliage à froid	51
8.2.10 Essai de vieillissement pour l'isolant	52
8.2.11 Essai de vieillissement pour les gaines non métalliques	52
8.2.12 Essai de compatibilité	53
8.2.13 Essai de vieillissement et de résistance aux UV	53
8.2.14 Essai de traction	54
8.2.15 Essai d'enroulements alternés	55
8.2.16 Essai de choc thermique	56
8.2.17 Essai de retrait de l'isolant et de la gaine	56
8.2.18 Essai d'allongement à chaud	56
8.2.19 Essai de vieillissement cyclique pour les câbles chauffants	56
8.2.20 Essai de vieillissement cyclique pour les jonctions et les embouts d'étanchéité	57
8.2.21 Contrôle de la durabilité des marquages	57
8.2.22 Essai de pression à température élevée pour l'isolant et la gaine	58
8.3 Essais individuels de série et essais sur prélèvements	58
8.3.1 Remarque générale	58

8.3.2	Essai de tension	58
8.3.3	Vérification de la résistance et de la puissance du câble chauffant	58
8.3.4	Épaisseur de l'isolant.....	58
8.3.5	Épaisseur de la gaine	59
8.3.6	Essai d'allongement à chaud	59
Annexe A (normative) Essai de vieillissement et de résistance aux UV		60
Bibliographie.....		61
Figure 1 – Installation d'essai typique de la jonction		49
Figure 2 – Installation d'essai typique de l'embout d'étanchéité		49
Figure 3 – Essai de pliage à froid.....		52
Figure 4 – Mors pour la machine de traction		55

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60800:2021

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**CÂBLES CHAUFFANTS DE TENSION ASSIGNÉE JUSQUES
ET Y COMPRIS 300 V/500 V POUR LE CHAUFFAGE DES LOCAUX
ET LA PROTECTION CONTRE LA FORMATION DE GLACE**

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 brevets.

La Norme internationale IEC 60800 a été établie par le comité d'études 20 de l'IEC: Câbles électriques. Il s'agit d'une Norme internationale.

Cette quatrième édition annule et remplace la troisième édition, parue en 2009. Cette édition constitue une révision technique.

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

- a) modification du titre: introduction de "jusques et y compris";
- b) mise à jour des références à la série IEC 60811;
- c) introduction d'un essai relatif aux propriétés mécaniques des gaines après l'immersion dans l'eau et l'essai de cycle thermique;

d) introduction d'un essai de vieillissement et de résistance aux UV conformément à l'Annexe A de l'ISO 4892-2:2013.

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

Projet	Rapport de vote
20/1972/FDIS	20/1991/RVD

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

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

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

Le comité a décidé que le contenu du présent 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.

INTRODUCTION

Le présent document est destiné à fournir un aperçu complet des exigences essentielles et des essais appropriés pour les câbles chauffants à résistance électrique utilisés pour le chauffage des locaux et la protection contre la formation de glace. Dans la mesure où une partie de ce travail existe déjà dans des normes nationales ou internationales, le présent document rassemble une grande partie de ces travaux déjà existants.

Le présent document fournit un moyen de vérifier la tenue électrique, thermique et mécanique des câbles chauffants résistifs, de telle sorte que leurs performances en utilisation normale ne présentent pas de danger pour l'utilisateur ou l'environnement. La vérification est effectuée par la réalisation de tous les essais spécifiés dans le présent document.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60800:2021

CÂBLES CHAUFFANTS DE TENSION ASSIGNÉE JUSQUES ET Y COMPRIS 300 V/500 V POUR LE CHAUFFAGE DES LOCAUX ET LA PROTECTION CONTRE LA FORMATION DE GLACE

1 Domaine d'application

Le présent document s'applique aux câbles chauffants résistifs utilisés dans des applications basse température telles que le chauffage des locaux et la protection contre la formation de glace, et spécifie les exigences qui s'y appliquent. Ces câbles chauffants et câbles chauffants équipés peuvent comprendre soit des unités fabriquées en usine, soit des unités assemblées sur site (chantier), et sont des câbles chauffants assemblés conformément aux instructions du fabricant.

Les conducteurs nus et les conducteurs protégés destinés à être alimentés à des tensions inférieures ou égales à 50 V sont exclus du domaine d'application du présent document.

Les applications typiques comprennent entre autres:

- le chauffage superficiel interne aux surfaces ou situé sous les surfaces;
- le chauffage direct et à accumulation;
- la fonte de neige et le dégivrage des toits, gouttières, chéneaux, etc.

Les systèmes de traçage par résistance électrique pour applications industrielles et commerciales sont spécifiés dans la série IEC 62395 [1]¹ et ceux pour applications en atmosphères explosives dans la série IEC/IEEE 60079-30 [1], tout comme les câbles chauffants à isolation minérale.

Les applications pour lesquelles la température de la gaine dépasse 100 °C ne relèvent pas du domaine d'application du présent document.

Le présent document a pour objet d'assurer que les câbles chauffants résistants électriques fonctionnent en toute sécurité dans leurs conditions normales d'utilisation définies. Ce but est atteint par les moyens suivants:

- utilisation de câbles chauffants de construction appropriée qui satisfont aux critères d'essai décrits dans le présent document;
- intégration, pour les câbles chauffants qui comportent un élément de protection électrique, d'une tresse métallique, de fils concentriques ou d'une gaine, ou de tout autre matériau électriquement conducteur adapté à des fins de protection en cas de défaut;
- vérification du fonctionnement des câbles chauffants à des températures de sécurité par rapport aux matériaux utilisés dans la construction des câbles et leurs installations selon les règlements nationaux.

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).

¹ Les chiffres entre crochets renvoient à la bibliographie.

IEC 60050-461, *Vocabulaire électrotechnique international (IEV) – Partie 461: Câbles électriques* (disponible à l'adresse <http://www.electropedia.org>)

IEC 60228, *Âmes des câbles isolés*

IEC 60332-1-1, *Essais des câbles électriques et à fibres optiques soumis au feu – Partie 1-1: Essai de propagation verticale de la flamme sur conducteur ou câble isolé – Appareillage d'essai*

IEC 60332-1-2, *Essais des câbles électriques et à fibres optiques soumis au feu – Partie 1-2: Essai de propagation verticale de la flamme sur conducteur ou câble isolé – Procédure pour flamme à prémélange de 1 kW*

IEC 60364-7-701, *Installations électriques à basse tension – Partie 7-701: Exigences pour les installations et emplacements spéciaux – Emplacements contenant une baignoire ou une douche*

IEC 60364-7-753, *Installations électriques à basse tension – Partie 7-753: Exigences pour les installations ou emplacements spéciaux – Câbles chauffants et systèmes de chauffage intégrés*

IEC 62230, *Câbles électriques – Méthode d'essai au défilement à sec (sparker)*

IEC 60811-201, *Câbles électriques et à fibres optiques – Méthodes d'essai pour les matériaux non-métalliques – Partie 201: Essais généraux – Mesure de l'épaisseur des enveloppes isolantes*

IEC 60811-202, *Câbles électriques et à fibres optiques – Méthodes d'essai pour les matériaux non-métalliques – Partie 202: Essais généraux – Mesure de l'épaisseur des gaines non métalliques*

IEC 60811-401, *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 60811-501, *Câbles électriques et à fibres optiques – Méthodes d'essai pour les matériaux non-métalliques – Partie 501: Essais mécaniques – Détermination des propriétés mécaniques des mélanges pour les enveloppes isolantes et les gaines*

IEC 60811-502, *Câbles électriques et à fibres optiques – Méthodes d'essai pour les matériaux non-métalliques – Partie 502: Essais mécaniques – Essai de rétraction des enveloppes isolantes*

IEC 60811-503, *Câbles électriques et à fibres optiques – Méthodes d'essai pour les matériaux non-métalliques – Partie 503: Essais mécaniques – Essai de rétraction des gaines*

IEC 60811-506, *Câbles électriques et à fibres optiques – Méthodes d'essai pour les matériaux non-métalliques – Partie 506: Essais mécaniques – Essai de choc à basse température pour les enveloppes isolantes et les gaines*

IEC 60811-507, *Câbles électriques et à fibres optiques – Méthodes d'essai pour les matériaux non-métalliques – Partie 507: Essais mécaniques – Essai d'allongement à chaud pour les matériaux réticulés*

IEC 60811-508, *Câbles électriques et à fibres optiques – Méthodes d'essai pour les matériaux non-métalliques – Partie 508: Essais mécaniques – Essai de pression à température élevée pour les enveloppes isolantes et les gaines*

IEC 60811-509, *Câbles électriques et à fibres optiques – Méthodes d'essai pour les matériaux non-métalliques – Partie 509: Essais mécaniques – Essai de résistance à la fissuration des enveloppes isolantes et des gaines (essai de choc thermique)*

IEC 62395-1:2013, *Systèmes de traçage par résistance électrique pour applications industrielles et commerciales – Partie 1: Exigences générales et d'essai*

ISO 4892-3:2016, *Plastiques – Méthodes d'exposition à des sources lumineuses de laboratoire – Partie 3: Lampes fluorescentes UV*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions de l'IEC 60050-461, ainsi que les suivants s'appliquent.

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

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

3.1

armure

renforcement mécanique du câble chauffant

Note 1 à l'article: Le renforcement peut être constitué d'une ou de plusieurs couches de fils d'acier, d'une tresse, d'une gaine métallique ou d'un autre matériau approprié.

3.2

liaison froide

conducteur(s) isolé(s) électriquement utilisé(s) pour relier un câble chauffant au circuit de branchement et conçu(s) pour ne produire aucune chaleur importante

3.3

jonction de connexion

jonction scellée qui relie le câble chauffant à la liaison froide, ou à un câble chauffant identique

3.4

conducteur de mise à la terre

conducteur non isolé (fil de masse) qui a un bon contact électrique avec l'écran électrique sur la longueur

3.5

écran conducteur électrique

tresse métallique, fils concentriques, gaine métallique ou autre type de couverture de conductivité suffisante de telle sorte que sa liaison à la terre entraîne le fonctionnement d'un dispositif différentiel résiduel (DDR) en conditions de défaut

3.6

connecteur d'extrémité

borne scellée qui peut produire de la chaleur, connectée à l'extrémité du câble chauffant du côté opposé à l'alimentation

3.7

câble chauffant équipé assemblé en usine

câble chauffant équipé (unité) qui comprend des composants, assemblés par le fabricant

3.8

câble chauffant assemblé sur site

câble chauffant fourni en touret qui comprend des composants à assembler lors de l'installation

3.9

câble chauffant

câble avec ou sans écran conducteur électrique, métallique ou équivalent, gaine ou armure, destiné à émettre de la chaleur à des fins de chauffage

3.10

câble chauffant équipé

câble chauffant avec les connexions de puissance appropriées et qui comprend le connecteur d'extrémité

3.11

conducteur chauffant

partie d'un câble chauffant en série dans laquelle l'énergie électrique est transformée en chaleur

3.12

isolant

matériau qui isole chaque conducteur des autres conducteurs ou des parties conductrices au potentiel de terre

3.13

composants adaptés intégrés

connexions et terminaisons électriques assemblées en usine ou sur site, telles que les terminaisons thermorétractables, les embouts d'étanchéité moulés et les jonctions compatibles avec la forme générale du câble chauffant et qui sont exposées au même environnement que celui-ci

3.14

température de gaine maximale

température maximale du revêtement externe d'un câble chauffant

3.15

tension nominale

tension réelle appliquée au câble chauffant en service

3.16

câble chauffant en parallèle

éléments chauffants à connexion électrique parallèle, chaque élément chauffant étant disposé de manière continue ou installé dans des unités ou des zones discrètes, de sorte que la densité en watt par unité de longueur ne varie pas de manière significative du fait d'une modification de la longueur de circuit

3.17

résistance assignée

résistance à 20 °C pour 1 m du conducteur

Note 1 à l'article: La plupart des câbles chauffants contiennent plus d'un conducteur et la résistance est mesurée pour chaque conducteur.

3.18

tension assignée

tension de référence pour laquelle le câble chauffant est conçu

Note 1 à l'article: La tension assignée est exprimée par la combinaison de deux valeurs U_0/U , exprimées en volts:

U_0 est la valeur efficace entre un conducteur isolé quelconque et la "terre" (revêtement métallique du câble ou le milieu environnant);

U est la valeur efficace entre deux conducteurs diphasés quelconques d'un câble multiconducteur ou d'un système de câbles unipolaires.

Note 2 à l'article: Voir l'IEC 62440:2008, 5.2 [3].

3.19

essai individuel de série

essai effectué par le fabricant sur chaque longueur de câble fabriqué pour vérifier que chaque longueur satisfait aux exigences spécifiées

3.20

essai sur prélèvements

essai effectué par le fabricant sur des échantillons de câbles complets ou des composants prélevés sur un câble complet, à une fréquence déterminée, afin de vérifier que le produit fini satisfait aux exigences spécifiées

3.21

gaine

revêtement uniforme et continu, métallique ou non qui enferme le ou les conducteurs isolés, utilisé pour la protection mécanique et pour protéger le câble contre les influences externes

3.22

essai de type

essais réalisés, sur une base commerciale générale, avant de fournir un type de câble couvert par le présent document dans le but de démontrer des caractéristiques de performance satisfaisantes pour satisfaire à l'application souhaitée

Note 1 à l'article: La nature des essais de type est telle que, après avoir été réalisés, il n'est pas nécessaire de les répéter, sauf si des modifications effectuées au niveau de la conception, des matériaux ou du procédé de fabrication du câble sont susceptibles de modifier les caractéristiques des performances.

4 Classification mécanique

Les câbles chauffants mentionnés dans le présent document ont été répartis en deux classes qui indiquent leur aptitude à résister à des forces mécaniques pendant et après leur installation. Ces classes sont les suivantes:

- la classe mécanique M1: pour les câbles chauffants destinés à des installations comportant de faibles risques de dommages mécaniques;
- la classe mécanique M2: pour les câbles chauffants destinés à des installations comportant des risques élevés de dommages mécaniques.

La classe de chaque câble chauffant est déterminée par la mesure de ses performances par rapport aux exigences des 8.2.7 et 8.2.14.

NOTE 1 La classe mécanique M1: pour les câbles chauffants destinés à être utilisés dans des applications avec de faibles risques de dommages comme l'installation sur des surfaces unies telles que des sous-couches homogènes plates en béton ou en matériaux à base de bois ou sur des isolants thermiques et enfouis dans des chapes sans éléments acérés.

NOTE 2 La classe mécanique M2: pour des câbles chauffants destinés à être utilisés dans les applications avec des risques élevés de dommages mécaniques comme l'installation sur des treillis de renfort en acier, l'enfouissement direct dans le sol ou dans du béton contenant des éléments acérés, sur des toits ou des gouttières.

5 Exigences relatives au marquage

Le produit doit être identifié par impression, par relief ou par creux sur la gaine ou sur une étiquette qui lui est apposée, voire sur un élément à l'intérieur du câble chauffant.

La méthode par relief ne doit pas être utilisée sur l'isolant.

Le produit doit comporter de manière permanente une étiquette qui doit être aisément repérable par l'installateur électricien.

L'étiquette doit être apposée sur la partie du produit qui est aisément visible lors du déballage du produit prêt pour l'installation.

Le marquage doit comporter au moins:

- l'identification du fabricant par son nom et/ou un symbole;
- la référence du type de produit;
- la résistance par mètre de câble chauffant à 20 °C en ohms par mètre pour un câble chauffant résistif en série à un ou deux conducteurs et la puissance de sortie en watts par mètre à une température de référence pour un câble chauffant en parallèle. Ces informations ne sont pas exigées pour les câbles chauffants équipés;
- la classe mécanique;
- la tension assignée pour les câbles chauffants en parallèle ou la tension nominale maximale pour les câbles chauffants en série;
- le cas échéant, la mention "non ignifuge".

La distance entre la fin d'un ensemble complet de repères et le début de l'ensemble suivant ne doit pas dépasser:

- 550 mm, si le marquage est apposé sur la gaine;
- 275 mm si le marquage est apposé sur un élément à l'intérieur du câble chauffant.

Lorsque les unités sont assemblées en usine, les informations complémentaires suivantes doivent être fournies:

Pour les unités résistives en série:

- la tension nominale;
- la puissance totale et la puissance par mètre;
- la résistance totale.

Pour les unités résistives en parallèle:

- la tension nominale;
- la puissance de sortie en watts par mètre à une température de référence ou la puissance totale.

Le marquage par impression doit être durable. La vérification de cette exigence doit être effectuée par l'essai donné en 8.2.21.

Les points ci-dessus constituent les exigences minimales et les fournisseurs sont libres d'ajouter toute information complémentaire qui peut être utile, telle que:

Des informations d'identification de traçabilité doivent être ajoutées, telles que la semaine et l'année de fabrication, ou le numéro de lot.

NOTE Des réglementations nationales ou régionales peuvent spécifier d'autres exigences.

6 Exigences relatives aux instructions d'installation

Le fabricant doit fournir des instructions d'installation spécifiques pour les câbles chauffants, les câbles chauffants équipés et les composants. Les instructions doivent identifier clairement à quels produits et emplacements elles s'appliquent. Elles doivent inclure les informations suivantes:

- a) l'utilisation ou les utilisations prévues, soit par un type d'application général, soit par une liste d'applications spécifiques;
- b) un moyen d'isolement de tous les conducteurs de l'alimentation;
- c) le fait qu'une protection contre les surintensités est fournie;
- d) l'indication "un dispositif différentiel résiduel (DDR) dont le courant résiduel ne dépasse pas 30 mA est exigé";
- e) pour les câbles chauffants de la classe mécanique M1, conçus pour les contraintes mécaniques de niveau réduit, l'indication suivante: "Attention: ne pas utiliser dans des zones qui présentent des risques de chocs ou de contraintes mécaniques élevés";
- f) une indication applicable qui indique que toute gaine métallique, toute tresse, tout écran ou toute couverture équivalente électriquement conductrice du câble chauffant doivent être connectés à une borne de terre;
- g) lorsque des câbles chauffants sans écran sont installés, ils doivent être recouverts d'une maille électriquement reliée à la terre ou d'un dispositif équivalent et protégés par un DDR de 30 mA selon la norme d'installation, et l'indication de ces dispositifs doit être explicite. Voir également l'IEC 60364-7-701 et l'IEC 60364-7-753;
- h) la température d'installation minimale;
- i) le rayon de courbure minimal;
- j) la température de gaine maximale, le cas échéant;
- k) une indication telle que: "La présence du câble chauffant doit être signalée de façon évidente par la mise en place de panneaux d'avertissement ou de marquages, à des emplacements appropriés, tels que les points de raccordement de l'énergie et/ou à des intervalles réguliers le long du circuit, et être mentionnée dans toute documentation électrique d'accompagnement de l'installation";
- l) le cas échéant, l'indication "Le câble chauffant doit être uniquement installé dans du béton ou dans d'autres matériaux non combustibles";
- m) pour les câbles chauffants résistifs en série qui comportent plus de deux conducteurs, la résistance de chaque conducteur doit être indiquée.

Les points ci-dessus constituent les exigences minimales et les fournisseurs sont libres d'ajouter toute information complémentaire qui peut être utile.

NOTE Des règlements nationaux, ou, en l'absence de ces derniers, la série IEC 60364 [4], peuvent spécifier des exigences supplémentaires.

7 Exigences générales pour la construction des câbles chauffants

7.1 Généralités

Les câbles chauffants doivent être conçus et construits de sorte qu'ils présentent une tenue électrique, thermique et mécanique et pour que leurs performances en utilisation normale ne présentent pas de danger pour l'utilisateur ou l'environnement.

Des rubans, des bourrages, des chaînes de bourrage, etc. peuvent être utilisés dans les câbles chauffants.

Tous les composants adaptés intégrés doivent satisfaire au présent document.

La vérification est effectuée par l'ensemble des exigences et des essais spécifiés dans le présent document.

Il est présumé que toutes les parties exposées d'un câble chauffant et d'un câble chauffant équipé conçus pour une utilisation en contact avec de l'eau du robinet sont construites avec des matériaux qui satisfont aux exigences nationales ou locales pertinentes.

7.2 Conducteurs

Les conducteurs doivent être constitués d'un ou de plusieurs fils d'un métal pur ou allié ou d'un autre matériau approprié.

La valeur de la résistance des conducteurs à 20 °C doit être conforme aux valeurs fournies par le fabricant avec une tolérance maximale de $\pm 10\%$.

Le matériau du conducteur chauffant utilisé ne doit pas avoir un coefficient de température négatif. La vérification doit être effectuée selon l'essai de 8.2.1.

7.3 Isolant

Les matériaux isolants utilisés dans les câbles chauffants doivent être adaptés pour l'utilisation prévue. Cette caractéristique doit être vérifiée par la conformité aux essais et aux exigences indiqués dans le présent document.

La valeur moyenne minimale de l'épaisseur de l'isolant doit être fixée par le fabricant, mesurée conformément à l'IEC 60811-201, et satisfaire aux exigences minimales spécifiées en 8.3.4.

7.4 Écran conducteur électrique

Si cela est applicable et exigé, les câbles chauffants doivent être équipés d'un écran métallique conducteur électrique réparti sur toute leur longueur, ou une gaine, un ruban ou une couche stratifiée électriquement conducteurs, voire tout autre matériau électriquement conducteur adapté. L'écran métallique ou le matériau électriquement conducteur doit permettre au(x) dispositif(s) de protection de fonctionner comme prévu.

NOTE 1 Des exigences nationales complémentaires peuvent s'appliquer aux câbles chauffants sans écran conducteur électrique.

La résistance de la gaine conductrice ou de l'écran conducteur, y compris un conducteur de mise à la terre indépendant qui doit être en contact avec la gaine ou l'écran, ne doit pas être supérieure à la plus petite des valeurs entre celle de chaque conducteur du câble chauffant et celle d'un conducteur massif en cuivre d'une section de 0,5 mm² telle que celle donnée pour un conducteur de classe 1 conformément à l'IEC 60228. Plusieurs fils de cuivre peuvent être associés afin de satisfaire aux exigences.

NOTE 2 Dans certains pays, les règlements nationaux exigent que la résistance soit inférieure à celle de conducteurs en cuivre de 0,5 mm².

La vérification doit être effectuée comme cela est décrit en 8.2.1.

Lorsque seule une gaine conductrice ou seul un écran conducteur est utilisé comme conducteur de mise à la terre, la résistance mesurée doit être la résistance totale y compris le fil de connexion de terre (fil de masse).

Les écrans conducteurs électriques doivent être construits de telle sorte qu'ils empêchent la pénétration de corps étrangers de plus de 1 mm de diamètre dans l'isolant sans entrer en contact avec l'écran. La vérification doit être effectuée au moyen de l'essai spécifié en 8.2.5.

7.5 Armure

Une armure indépendante, si elle existe, peut être constituée de fils métalliques ou non métalliques, d'une gaine, d'un ruban ou d'une couche stratifiée. Les armures électriquement conductrices doivent être construites de telle sorte qu'elles empêchent la pénétration de corps étrangers de plus de 1 mm de diamètre dans l'isolant sans entrer en contact avec l'armure. La vérification doit être effectuée au moyen de l'essai spécifié en 8.2.5.

NOTE Des réglementations nationales peuvent spécifier d'autres exigences.

7.6 Gaine

Les matériaux de gainage utilisés dans les câbles chauffants doivent être adaptés pour l'utilisation prévue. Cette caractéristique doit être vérifiée par la conformité aux essais et aux exigences indiqués dans le présent document. Une gaine non métallique extérieure doit fournir une protection mécanique et/ou contre la corrosion qui dépend du type de câble chauffant.

La valeur moyenne minimale de l'épaisseur de la gaine doit être fixée par le fabricant, mesurée conformément à l'IEC 60811-202, et satisfaire aux exigences minimales spécifiées en 8.3.5.

7.7 Résistance à l'humidité

Les câbles chauffants doivent satisfaire aux exigences telles qu'exprimées en 8.2.2.

NOTE Cette exigence est considérée au moins comme comparable à la classe IPX7 telle que définie dans l'IEC 60529 [5].

8 Essais

8.1 Essais de type – Exigences générales

Tous les essais individuels de série et essais sur prélèvements décrits doivent être inclus dans l'essai de type, à l'exception de l'essai au défilement à sec spécifié en 8.3.1.

Pour les câbles chauffants destinés à être fournis en tourets, un échantillon d'une longueur adéquate, par exemple un échantillon de 5 m doit être utilisé pour les essais, sauf spécification contraire.

Pour les câbles chauffants équipés assemblés en usine qui comprennent des liaisons froides, des jonctions de connexion et des connecteurs d'extrémité, un câble chauffant équipé complet doit être utilisé pour les essais. Un essai alternatif peut être mené sur un échantillon de 5 m de câble chauffant. Les différentes parties (différents composants) telles que les liaisons froides, les jonctions de connexion et les connecteurs d'extrémité peuvent être assemblées sur une longueur de câble chauffant factice et soumises à l'essai séparément.

Pour les câbles chauffants destinés à être assemblés sur site, les liaisons froides, les jonctions de connexion et les connecteurs d'extrémité à utiliser et spécifiés par le fabricant doivent être assemblés selon les instructions du fabricant avec le câble chauffant pour constituer un câble chauffant équipé. Le câble chauffant équipé complet doit être soumis à l'essai. Un essai alternatif peut être mené sur un échantillon de 5 m de câble chauffant. Les différentes parties telles que les liaisons froides, les jonctions de connexion et les connecteurs d'extrémité peuvent être assemblées sur une longueur factice de 5 m de câble chauffant et soumises à l'essai séparément, sauf spécification contraire.

Tous les échantillons de composants utilisés doivent constituer des exemples typiques des produits mis sur le marché ou destinés à être mis sur le marché.

Les essais doivent être réalisés à une température ambiante comprise entre $(23 \pm 5) ^\circ\text{C}$ sauf spécification contraire.

Sauf spécification contraire, la tension d'alimentation d'essai doit être alternative, approximativement sinusoïdale et sa fréquence comprise entre 49 Hz et 61 Hz.

Pour un câble chauffant résistif en parallèle, la puissance de sortie en watts par mètre doit être vérifiée selon l'essai de 8.2.3.

Pour un câble chauffant résistif en parallèle, le courant de démarrage doit être vérifié selon l'essai de 8.2.4.

Sauf spécification contraire, des échantillons différents peuvent être utilisés pour chacun des essais. Ils doivent être préparés conformément aux recommandations du fabricant.

8.2 Essais de type – Exigences détaillées des essais

8.2.1 Résistance électrique des conducteurs chauffants et de l'écran

La résistance du ou des conducteurs et, le cas échéant, de l'écran doit être mesurée par tout moyen adapté sur des échantillons de 1,0 m de longueur au minimum. Deux mesurages doivent être réalisés pour chaque conducteur individuel, le premier à la température ambiante et le second à une température de $(100 \pm 2) ^\circ\text{C}$. Pour les conducteurs et pour l'écran, le mesurage à la température ambiante, corrigé à une température de $(20 \pm 1) ^\circ\text{C}$, doit déterminer si la valeur de résistance spécifiée par le fabricant a été obtenue ou pas.

Le mesurage à haute température doit être comparé à celui réalisé à la température ambiante pour confirmer que chaque conducteur individuel n'a pas de coefficient de température négatif.

8.2.2 Immersion dans l'eau et essai de cycle thermique

8.2.2.1 Remarque générale

Un échantillon de $(5 \pm 0,1)$ m doit être soumis à un essai de vieillissement cyclique et doit être immergé pendant une durée totale de 56 h dans de l'eau du robinet à une température de $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$ pendant 8 h, $(80 \pm 5) ^\circ\text{C}$ pendant 16 h, $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$ pendant 8 h, $(80 \pm 5) ^\circ\text{C}$ pendant 16 h et $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$ pendant 8 h, soit 8 h + 16 h + 8 h + 16 h + 8 h. L'échantillon doit être transféré dans des conteneurs d'eau préchauffée entre chaque étape. La température des conteneurs d'eau doit être réglée par exemple en les plaçant dans des enceintes préchauffées conformément à l'IEC 60811-401.

Les câbles chauffants équipés, y compris les liaisons froides, les jonctions de connexion et les embouts d'étanchéité assemblés en usine doivent être soumis à cet essai après avoir été assemblés sur un câble chauffant adapté.

Les jonctions de connexion et les embouts d'étanchéité pour câbles chauffants prévus pour être assemblés sur site doivent être soumis à cet essai après avoir été assemblés sur un câble chauffant adapté avec des liaisons froides.

Tous les types de câbles chauffants et de câbles chauffants équipés doivent être soumis à l'essai sauf s'ils sont clairement identifiés comme destinés à ne pas être utilisés mouillés ou dans des conditions d'humidité.

L'échantillon peut être transféré de l'unité d'immersion dans l'eau pour le vieillissement à une autre unité d'immersion dans l'eau pour les essais diélectriques décrits en 8.2.2.2 et l'essai de résistance d'isolement électrique décrit en 8.2.2.3. La température de l'eau dans les deux cas doit être de $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$.

Après l'essai de vieillissement cyclique, la gaine du câble chauffant doit être soumise à un essai mécanique conformément à l'IEC 60811-501.

Il ne doit pas y avoir de variation supérieure à ± 25 % par rapport à la valeur d'origine non vieillie pour la résistance à la traction ni de variation supérieure à ± 25 % par rapport à la valeur d'origine non vieillie pour l'allongement à la rupture.

8.2.2.2 Essai diélectrique

Un échantillon de 5 m doit être immergé dans de l'eau du robinet, avec une saillie suffisante de ses extrémités non recouvertes pour éviter tout amorçage. L'écran ou la gaine métallique, ou tout autre écran conducteur électrique et/ou gaine électriquement conductrice équivalents doivent être retirés des extrémités de l'échantillon afin de prévenir tout claquage en ces points.

Les câbles chauffants qui ne sont pas assemblés en usine et qui sont fournis avec des connexions spéciales doivent être soumis à l'essai avec ces connexions immergées dans l'eau.

Pour un câble chauffant résistif en série bi- ou multiconducteur dans lequel les conducteurs sont électriquement isolés entre eux, la tension doit être appliquée d'une part entre les conducteurs et d'autre part entre les conducteurs connectés entre eux et la gaine, l'armure ou l'écran métallique ou en matériau conducteur équivalent, ainsi que l'eau lorsque la construction du câble chauffant n'intègre pas d'armure ou d'écran.

Pour les câbles chauffants en série à conducteur unique avec une gaine, une armure ou un écran métallique ou en matériau conducteur équivalent, la tension doit être appliquée entre le conducteur et la gaine, l'armure ou l'écran.

Pour les câbles chauffants en série à conducteur unique sans gaine, armure ou écran métallique ou en matériau conducteur équivalent, le câble chauffant doit être immergé dans l'eau avec une saillie hors de l'eau suffisante de ses extrémités pour éviter tout amorçage à leur niveau. La tension doit être appliquée entre le conducteur et l'eau.

Pour les câbles chauffants résistifs en parallèle, la tension doit être appliquée entre les conducteurs connectés entre eux et la gaine, la tresse ou l'écran métallique ou l'enveloppe en matériau électriquement conducteur équivalent.

Les fils chauffants isolés doivent être soumis à l'essai de rigidité diélectrique, par placement du fil isolé dans de l'eau du robinet. La tension doit être appliquée entre le conducteur et l'eau.

Une tension d'essai de 2 000 V en courant alternatif avec une tolérance de ± 3 % doit être appliquée pendant 5 min. La tension d'essai doit être augmentée progressivement et la valeur spécifiée atteinte dans un délai compris entre 2 s et 10 s.

Aucun claquage ne doit se produire.

8.2.2.3 Essai de résistance d'isolement électrique

La résistance d'isolement électrique doit être mesurée sur l'échantillon ou les échantillons d'essai préparés selon 8.2.2.2, après la réalisation de l'essai diélectrique de 8.2.2.2.

Les câbles chauffants sans écran doivent être soumis à l'essai immergés dans l'eau, après retrait de la ou des couches éventuelles extérieures à l'isolant.

Pour les câbles chauffants résistifs en série à conducteur unique, la résistance d'isolement électrique doit être mesurée entre le conducteur et la gaine, l'armure métallique ou en matériau conducteur équivalent ou l'écran conducteur.

Pour un câble chauffant résistif en série multiconducteur, dans lequel les conducteurs sont électriquement isolés entre eux, la résistance d'isolement doit être mesurée entre les conducteurs connectés entre eux et la gaine ou l'armure métallique ou en matériau conducteur équivalent, ou l'écran conducteur, ainsi qu'entre chaque conducteur un par un, avec le ou les autres conducteurs connectés entre eux.

Pour les câbles chauffants en parallèle, la résistance doit être mesurée entre les conducteurs connectés entre eux et la gaine métallique, la tresse, l'écran ou l'enveloppe en matériau conducteur électrique équivalent.

La résistance d'isolement doit être mesurée au moyen d'une tension continue de 1 000 V avec une tolérance de $\pm 3\%$, 1 min après application de ladite tension. La valeur mesurée ne doit pas être inférieure à 50,0 M Ω .

8.2.3 Vérification de la puissance assignée des câbles chauffants en parallèle

La puissance assignée doit être vérifiée par la méthode décrite en 5.2.10.3.2 de l'IEC 62395-1:2013.

8.2.4 Vérification du courant de démarrage pour les câbles chauffants en parallèle

Le courant de démarrage pour les câbles chauffants en parallèle doit être mesuré suivant la méthode décrite dans l'IEC 62395-1:2013.

8.2.5 Essai de pénétration pour l'écran conducteur électrique

Un échantillon d'une longueur minimale de 5 m doit être soumis à l'essai en trois emplacements, situés à proximité du milieu de la longueur et à peu près à 500 mm de chaque extrémité. Avant l'essai, 1 m de l'échantillon comprenant le point médian doit être enroulé sur un mandrin avec le rayon de courbure minimal indiqué par le fabricant, puis redressé.

Une aiguille de mesure en acier d'un diamètre de 1 mm doit transpercer la gaine extérieure, l'écran conducteur électrique et l'isolant, jusqu'à atteindre le ou les conducteurs. Si l'écran conducteur électrique est constitué de fils séparés (tressés, en hélice, distribués en parallèle ou fil de masse), ceux-ci doivent être attachés ensemble à l'extrémité de l'échantillon avant connexion au DDR et application de la tension.

La vérification est effectuée par activation d'un dispositif différentiel résiduel (DDR) qui fonctionne à 30 mA, en démontrant que l'aiguille d'acier a touché à la fois le conducteur du câble chauffant (ou le fil de résistance) et l'écran conducteur électrique. L'essai doit être réalisé à la tension nominale, c'est-à-dire la tension appliquée au câble chauffant en service et tel que déclaré par le fabricant. L'aiguille de mesure ne doit pas être connectée à la terre lorsque le DDR est connecté.

Des outils mis à la terre et isolés électriquement doivent être utilisés lorsque la tension est appliquée sur l'échantillon.

NOTE Une combinaison d'un écran conducteur électrique et d'une gaine électriquement conductrice constitue une conception possible.

8.2.6 Essai d'inflammabilité

Les câbles chauffants destinés à être installés et enfouis dans du béton ou d'autres matériaux non combustibles doivent être dispensés de cet essai. Cette dispense ne s'applique pas aux liaisons froides des câbles chauffants équipés, c'est-à-dire que les liaisons froides doivent être ignifuges.

Un essai d'inflammabilité doit être réalisé sur les câbles chauffants et sur les liaisons froides avec l'appareillage d'essai décrit dans l'IEC 60332-1-1, ainsi que la procédure et les exigences décrites dans l'IEC 60332-1-2. L'exigence relative à l'extension de la partie charbonneuse vers le bas ne s'applique pas quand l'embout d'étanchéité forme la partie inférieure de l'échantillon.

L'essai doit être réalisé sur le câble chauffant et la totalité des composants adaptés intégrés d'un câble chauffant équipé.

Lorsqu'un produit représente des composants d'embouts d'étanchéité et d'obturateurs, les échantillons doivent être préparés de telle sorte que chaque composant et les câbles chauffants soient soumis à l'essai et que le milieu de la jonction ou de l'embout d'étanchéité constitue la partie de l'échantillon de câble chauffant sur laquelle la flamme d'essai est appliquée et que le câble chauffant et/ou la liaison froide constituent la partie supérieure de l'échantillon (voir la Figure 1 et la Figure 2). Quand l'embout d'étanchéité est soumis à l'essai, l'échantillon peut être soutenu par un fil en acier de 0,5 mm à 1,0 mm de diamètre fixé à l'extrémité inférieure de l'échantillon, avec le poids nécessaire pour maintenir l'échantillon dans une position stable.

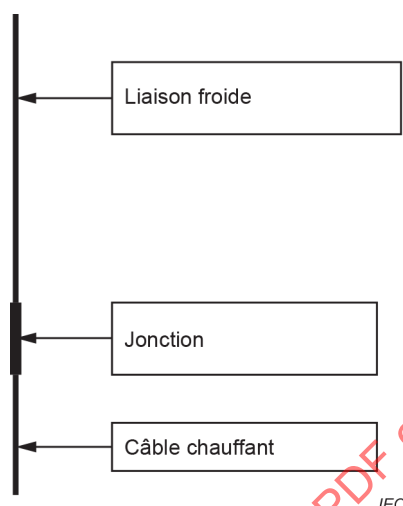


Figure 1 – Installation d'essai typique de la jonction

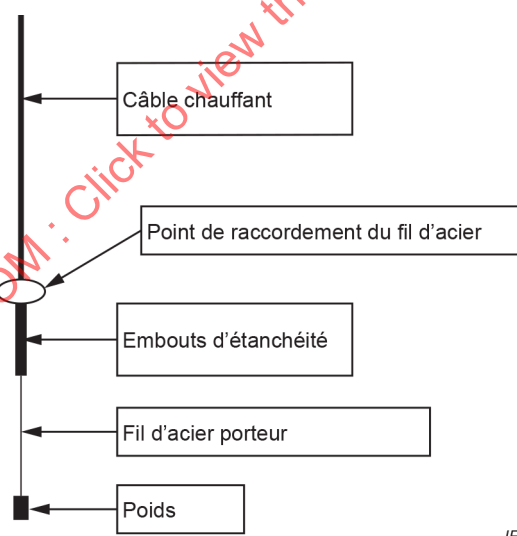


Figure 2 – Installation d'essai typique de l'embout d'étanchéité

8.2.7 Essai de déformation pour la classification d'installation

8.2.7.1 Remarque générale

Les câbles chauffants doivent être capables de résister aux forces mécaniques auxquelles ils sont normalement soumis pendant l'installation et en service. Les câbles chauffants sont par conséquent regroupés en deux classes: la classe mécanique M1 avec des exigences de compression mécaniques définies en 8.2.7.2, et la classe mécanique M2 définie en 8.2.7.3.

L'essai s'applique également aux composants adaptés intégrés tels que les jonctions de connexion, les embouts d'étanchéité et les liaisons froides qui sont montés en usine ou destinés à être assemblés sur site avec les accessoires spécifiés par le fabricant.

8.2.7.2 Classe M1: Câbles chauffants destinés à des installations qui présentent un faible risque de dommage mécanique

Trois échantillons d'une longueur minimale de (200 ± 20) mm du câble chauffant complet doivent être placés individuellement, au-dessus et perpendiculairement à une barre d'acier cylindrique de 6 mm de diamètre qui repose sur un support plat en acier.

Une force de 600 N avec une tolérance de $\pm 5\%$ doit être appliquée sans choc et maintenue à tous les points d'intersection de l'éprouvette et de la barre en acier au moyen d'une plaque rigide de 100 mm sur 100 mm. Après application de la force pendant 30 s, l'éprouvette encore sous charge doit être capable de résister, sans claquage, à une tension de $(1\,500 \pm 5)$ V en courant alternatif pendant 30 s. La tension doit être appliquée entre le ou les conducteurs et l'écran, la tresse ou la gaine métallique ou en tout autre matériau équivalent. Pour les câbles chauffants sans écran, la tension doit être appliquée entre le ou les conducteurs et la barre d'acier. Lorsque le câble chauffant comporte plus d'un conducteur, l'essai de tension doit aussi être réalisé entre les conducteurs.

Il ne doit pas y avoir de fissures dans la couche extérieure détectables par inspection visuelle.

L'inspection visuelle ne doit détecter la rupture d'aucun fil qui constitue l'écran ou d'aucun conducteur après découpe de la gaine et de l'isolant.

Lorsque l'un des échantillons ne satisfait pas aux exigences, deux nouvelles séries complètes d'échantillons $(3 + 3)$ doivent être soumises à l'essai. Lorsque les deux séries satisfont aux exigences d'essai, le câble chauffant doit être réputé satisfaire à l'essai.

8.2.7.3 Classe M2: Câbles chauffants destinés à des installations qui présentent un risque plus élevé de dommage mécanique

Reprendre l'essai décrit en 8.2.7.2, mais avec une force de 1 500 N avec une tolérance de $\pm 5\%$.

8.2.8 Essai de choc à froid

Cet essai doit être effectué à une température de (-5 ± 2) °C ou à la température d'installation la plus basse spécifiée par le fabricant, si cette dernière est plus faible.

L'essai doit être effectué sur trois échantillons d'une longueur minimale de 0,5 m au moyen de l'appareillage d'essai de choc décrit dans l'IEC 60811-506.

Un câble chauffant de section non circulaire doit être positionné de telle sorte que le choc soit appliqué suivant sa plus petite dimension.

Les câbles chauffants et les câbles chauffants équipés conformes à la classe M1 doivent être soumis à cet essai avec un choc d'une énergie de 2 J.

NOTE 1 Cette énergie peut être obtenue par exemple avec la chute d'une masse de 500 g sur une hauteur de 400 mm.

Les câbles chauffants et les câbles chauffants équipés conformes à la classe M2 doivent être soumis à cet essai avec un choc d'une énergie de 4 J.

NOTE 2 Cette énergie peut être obtenue par exemple avec la chute d'une masse de 1 000 g sur une hauteur de 400 mm.