

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



**Electrical resistance trace heating systems for industrial and commercial applications –
Part 1: General and testing requirements**

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



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2013 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 la CEI ou du Comité national de la CEI du pays du demandeur.

Si vous avez des questions sur le copyright de la CEI ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de la CEI de votre pays de résidence.

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

Tel.: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00
info@iec.ch
www.iec.ch

About the IEC

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

About IEC publications

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC. Please make sure that you have the latest edition, a corrigenda or an amendment might have been published.

Useful links:

IEC publications search - www.iec.ch/searchpub

The advanced search enables you 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It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.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 on-line and also once a month by email.

Electropedia - www.electropedia.org

The world's leading online dictionary of electronic and electrical terms containing more than 30 000 terms and definitions in English and French, with equivalent terms in additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) on-line.

Customer Service Centre - webstore.iec.ch/csc

If you wish to give us your feedback on this publication or need further assistance, please contact the Customer Service Centre: csc@iec.ch.

A propos de la CEI

La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) 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 CEI

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

Liens utiles:

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

La recherche avancée vous permet de trouver des publications CEI 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.

Just Published CEI - webstore.iec.ch/justpublished

Restez informé sur les nouvelles publications de la CEI. Just Published détaille les nouvelles publications parues. Disponible en ligne et aussi une fois par mois par email.

Electropedia - www.electropedia.org

Le premier dictionnaire en ligne au monde de termes électroniques et électriques. Il contient plus de 30 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans les langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) en ligne.

Service Clients - webstore.iec.ch/csc

Si vous désirez nous donner des commentaires sur cette publication ou si vous avez des questions contactez-nous: csc@iec.ch.



IEC 62395-1

Edition 2.0 2013-09

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



**Electrical resistance trace heating systems for industrial and commercial applications –
Part 1: General and testing requirements**

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

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX



ICS 25.180.10

ISBN 978-2-8322-1079-6

**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	8
3 Terms and definitions	8
4 General requirements	13
4.1 General	13
4.2 Electrically conductive covering.....	13
4.3 Electrical circuit protection requirements for branch circuits	13
4.4 Temperature requirements	14
4.4.1 General	14
4.4.2 Stabilized design	14
4.4.3 Controlled design	14
5 Testing	14
5.1 Type tests – General	14
5.2 Type tests – All applications	14
5.2.1 Dielectric test	14
5.2.2 Electrical insulation resistance test.....	15
5.2.3 Flammability test	16
5.2.4 Room temperature impact test.....	17
5.2.5 Minimum temperature impact test.....	19
5.2.6 Deformation test.....	20
5.2.7 Cold bend test.....	21
5.2.8 Water resistance test.....	22
5.2.9 Integral components resistance to water test	22
5.2.10 Verification of rated output.....	23
5.2.11 Thermal stability of electrical insulating material.....	25
5.2.12 Thermal performance test for parallel trace heaters.....	26
5.2.13 Determination of maximum sheath temperature	27
5.2.14 Verification of start-up current	34
5.2.15 Verification of the electrical resistance of the electrically conductive covering	34
5.2.16 Strain relief test for connections (terminations).....	34
5.3 Type tests – Additional tests for outdoor exposed surface heating installations without thermal insulation	35
5.3.1 Verification of rated output.....	35
5.3.2 Determination of maximum sheath temperature	35
5.3.3 Increased moisture resistance test	35
5.3.4 UV test	35
5.3.5 Resistance to cutting test	35
5.3.6 Abrasion test.....	35
5.3.7 Tension test.....	36
5.3.8 Rail system voltage spike test	36
5.3.9 Rail system over-voltage test.....	37
5.4 Type tests – Additional tests and test modifications for embedded heating applications.....	37
5.4.1 Verification of rated output.....	37

5.4.2	Determination of maximum sheath temperature	37
5.4.3	Resistance to cutting test	37
5.4.4	Flammability test	37
5.5	Type tests – Additional tests for applications of trace heating internal to conduit and piping	37
5.5.1	Verification of rated output.....	37
5.5.2	Determination of maximum sheath temperature	37
5.5.3	Increased moisture resistance test	37
5.5.4	Pull-strength test	38
5.6	Type tests – Additional requirements for sprinkler systems.....	38
5.6.1	Normal and abnormal operation test	38
5.6.2	Normal operation test	38
5.6.3	Abnormal operation test.....	41
5.7	Routine tests	41
5.7.1	Dielectric test	41
5.7.2	Verification of rated output.....	41
6	Marking	41
6.1	General	41
6.2	Product markings	42
7	Installation instructions	42
	Bibliography.....	44
	Figure 1 – Flammability test.....	17
	Figure 2 – Room temperature impact test	18
	Figure 3 – Example of room temperature impact test apparatus	19
	Figure 4 – Example of minimum temperature impact test apparatus.....	20
	Figure 5 – Cold bend test.....	22
	Figure 6 – Moisture resistance test	23
	Figure 7 – Verification of rated output	25
	Figure 8 – Pipe fixture.....	29
	Figure 9 – Plate fixture.....	30
	Figure 10 – Plate fixture when trace heaters are allowed to touch.....	31
	Figure 11 – Maximum sheath temperature using the product approach	34
	Figure 12 – Abrasion test.....	36
	Figure 13 – Sprinkler system temperature control test – branch line arrangement.....	39
	Figure 14 – Sprinkler system temperature control test – branch line – alternative arrangement	40
	Figure 15 – Sprinkler system temperature control test – supply pipe arrangement	40
	Table 1 – Test voltages for the dielectric test.....	15
	Table 2 – Product marking	42

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

ELECTRICAL RESISTANCE TRACE HEATING SYSTEMS FOR INDUSTRIAL AND COMMERCIAL APPLICATIONS –

Part 1: General and testing requirements

FOREWORD

- 1) The International Electrotechnical Commission (IEC) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of IEC is to promote international co-operation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, IEC publishes International Standards, Technical Specifications, Technical Reports, Publicly Available Specifications (PAS) and Guides (hereafter referred to as "IEC Publication(s)"). Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
- 2) The formal decisions or agreements of IEC on technical matters express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested IEC National Committees.
- 3) IEC Publications have the form of recommendations for international use and are accepted by IEC National Committees in that sense. While all reasonable efforts are made to ensure that the technical content of IEC Publications is accurate, IEC cannot be held responsible for the way in which they are used or for any misinterpretation by any end user.
- 4) In order to promote international uniformity, IEC National Committees undertake to apply IEC Publications transparently to the maximum extent possible in their national and regional publications. Any divergence between any IEC Publication and the corresponding national or regional publication shall be clearly indicated in the latter.
- 5) IEC itself does not provide any attestation of conformity. Independent certification bodies provide conformity assessment services and, in some areas, access to IEC marks of conformity. IEC is not responsible for any services carried out by independent certification bodies.
- 6) All users should ensure that they have the latest edition of this publication.
- 7) No liability shall attach to IEC or its directors, employees, servants or agents including individual experts and members of its technical committees and IEC National Committees for any personal injury, property damage or other damage of any nature whatsoever, whether direct or indirect, or for costs (including legal fees) and expenses arising out of the publication, use of, or reliance upon, this IEC Publication or any other IEC Publications.
- 8) Attention is drawn to the Normative references cited in this publication. Use of the referenced publications is indispensable for the correct application of this publication.
- 9) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this IEC Publication may be the subject of patent rights. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 62395-1 has been prepared by IEC technical committee 27: Industrial electroheating and electromagnetic processing.

This second edition cancels and replaces the previous edition published in 2006 and constitutes a technical revision.

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

- Tests have been added for trace heating on sprinkler systems;
- The flammability test has been changed to align with the latest draft of future IEC/IEEE 60079-30-11¹;

¹ Under consideration.

- A supplementary test has been added for the verification of sheath temperature using trace heating mounted on a plate fixture.

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

FDIS	Report on voting
27/926/FDIS	27/935/RVD

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

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

A list of all parts in the IEC 62395 series, published under the general title *Electrical resistance trace heating systems for industrial and commercial applications*, can be found on the IEC website.

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC web site under "<http://webstore.iec.ch>" in the data related to the specific publication. At this date, the publication will be

- reconfirmed,
- withdrawn,
- replaced by a revised edition, or
- amended.

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

INTRODUCTION

IEC 62395-1 provides the essential requirements and testing appropriate to electrical resistance trace heating equipment used in industrial and commercial applications. While some of this work already exists in national or international standards, this standard has collated much of this existing work and added considerably to it.

IEC 62395-2 provides detailed recommendations for the system design, installation and maintenance of electric trace heating systems in industrial and commercial applications.

It is the objective of IEC 62395 that, when in normal use, electrical trace heating systems operate safely under their defined conditions of use, by

- a) employing heaters of the appropriate construction and meeting the test criteria detailed in IEC 62395-1. The construction includes a metallic sheath, braid, screen or equivalent electrically conductive covering;
- b) operating at safe temperatures when designed, installed, and maintained in accordance with IEC 62395-2.
- c) having at least the minimum levels of overcurrent and earth-fault protection required in IEC 62395-1 and IEC 62395-2.

ELECTRICAL RESISTANCE TRACE HEATING SYSTEMS FOR INDUSTRIAL AND COMMERCIAL APPLICATIONS –

Part 1: General and testing requirements

1 Scope

This part of IEC 62395 specifies requirements for electrical resistance trace heating systems and includes general test requirements.

This standard pertains to trace heating systems that may comprise either factory-fabricated or field-assembled (work-site) units, and which may be series and parallel trace heaters or surface heaters (heater pads and heater panels) that have been assembled and/or terminated in accordance with the manufacturer's instructions.

This standard also includes requirements for termination assemblies and control methods used with trace heating systems.

This standard provides the essential requirements and testing appropriate to electrical resistance trace heating equipment used in industrial and commercial applications. The products certified according to this standard are intended to be installed by persons who are suitably trained in the techniques required and that only trained personnel carry out especially critical work, such as the installation of connections and terminations. Installations are intended to be carried out under the supervision of a qualified person who has undergone supplementary training in electric trace heating systems.

This standard does not include or provide for any applications in potentially explosive atmospheres.

This standard does not cover induction, impedance or skin effect heating.

Trace heating systems can be grouped into different types of applications and the different conditions found during and after installation necessitate different requirements for testing. Trace heating systems are usually certified for a specific type of installation or application. Typical applications for the different types of installation include, but are not limited to:

- a) installations of trace heating for surface heating on pipes, vessels and associated equipment – applications include:
 - freeze protection and temperature maintenance;
 - hot water lines;
 - oil and chemical lines;
 - sprinkler system mains and supply piping;
- b) outdoor exposed area installations of trace heating – applications include:
 - roof de-icing;
 - gutter and down-spout de-icing;
 - catch basins and drains;
 - rail heating²;

² Further evaluation may be required to address application specific conditions such as fluctuations in impressed voltage and voltage spikes.

- c) installation with embedded trace heating – applications include:
 - snow melting;
 - frost heave protection;
 - floor warming;
 - energy storage systems;
 - door frames;
- d) installations of trace heating internal to conduit and piping – applications include:
 - snow melting – in conduit;
 - frost heave protection – in conduit;
 - floor warming – in conduit;
 - energy storage systems – in conduit;
 - internal trace heating for freeze protection of potable water lines;
 - enclosed drains and culverts.

2 Normative references

The following documents, in whole or in part, are normatively referenced in this document and are indispensable for its application. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

IEC 60068-2-5, *Environmental testing – Part 2-5: Tests – Test Sa: Simulated solar radiation at ground level and guidance for solar radiation testing*

IEC 60519-1, *Safety in electroheating installations – Part 1: General requirements*

IEC 60519-10, *Safety in electroheating installations – Part 10: Particular requirements for electrical resistance trace heating systems for industrial and commercial applications*

IEC 62395-2:2013, *Electrical resistance trace heating systems for industrial and commercial applications – Part 2: Application guide for system design, installation and maintenance*

ASTM D 5025-05, *Standard Specification for Laboratory Burner Used for Small-Scale Burning Tests on Plastic Materials*

ASTM D 5207-09, *Standard Practice for Confirmation of 20-mm (50-W) and 125-mm (500-W) Test Flames for Small-Scale Burning Tests on Plastic Materials*

3 Terms and definitions

For the purposes of this document, the terms and definitions given in IEC 60519-10 and the following apply.

NOTE 1 General definitions are given in the International Electrotechnical Vocabulary, IEC 60050. Terms relating to industrial electroheat are defined in IEC 60050-841.

NOTE 2 The terms defined in this clause are used both in IEC 62395-1 and IEC 62395-2.

3.1

ambient temperature

temperature surrounding the object under consideration

Note 1 to entry: Where trace heaters or surface heaters are enclosed in thermal insulation, the ambient temperature is the temperature exterior to such thermal insulation.

3.1.1

maximum ambient temperature

the highest specified ambient temperature

3.1.2

minimum ambient temperature

the lowest specified ambient temperature

Note 1 to entry: Heat-loss calculations in IEC 62395-2 are based on the minimum ambient temperature.

3.2

branch circuit

portion of the wiring installation between the overcurrent device protecting the circuit and the trace heater(s) or surface heater(s)

3.3

cold lead

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

3.4

connection

termination or splice used to attach trace heaters or surface heaters to power wiring or to connect sections of these devices

3.5

dead leg

segment of process piping segregated from the normal flow pattern for the purpose of providing a heat loss reference

3.6

design loading

minimum power that will meet the design requirements, in the worst conditions, after voltage and resistance tolerances and appropriate safety factors have been considered

3.7

electrically conductive covering

metallic sheath, metallic braid, or electrically conductive material

3.8

end termination

termination, which may be heat producing, applied to a trace heater at the end opposite to that where the power is supplied

[SOURCE: IEC 60050-426:2008, 426-20-04]

3.9

factory-fabricated unit

trace heater unit or set or surface heater unit or set, including the necessary terminations and connections, assembled by the manufacturer

3.10

field-assembled unit

trace heaters or surface heaters supplied unterminated with terminating components to be assembled at the work site

3.11

heat loss

energy flow from a pipe, vessel or equipment to its surroundings

3.12

heat sink

part that conducts and dissipates heat away from a workpiece

Note 1 to entry: Typical heat sinks are pipe shoes, pipe supports and items of large mass such as valve actuators or pump bodies.

3.13

heat transfer aids

thermally conductive materials, such as metallic foils or heat transfer compounds used to increase the heat-transfer efficiency from trace heaters or surface heaters to the workpiece

3.14

heater pad

surface heater, comprising series or parallel connected elements having sufficient flexibility to conform to the shape of the surface to be heated

3.15

heater panel

non-flexible surface heater, comprising series or parallel connected elements fabricated to conform to the general shape of the surface to be heated

3.16

high limit temperature

maximum allowable temperature of the system, including piping, fluid and trace heating system

3.17

integral component

component such as a heat shrink termination, a cold lead connection, a moulded end seal or a splice, which conforms to the general shape of the trace heater or surface heater and is exposed to the same environment as the trace heater or surface heater, which may be factory-fabricated or field-assembled, and which is not intended to be re-used in the event of a repair or modification

3.18

low risk of mechanical damage

installations and applications where only lower levels of impact and deformation are expected to occur

3.19

maximum sheath temperature

maximum temperature of the outermost continuous covering of the trace heater or surface heater

3.20

maximum withstand temperature

maximum operating or exposure temperature that does not adversely affect the thermal stability of the trace heater or surface heater and its component parts

3.21

operating voltage

actual voltage applied to the trace heater or surface heater when in service

3.22**overjacket**

continuous layer of material applied outside the electrically conductive covering to protect against corrosion

3.23**parallel trace heater**

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

3.24**power density**

power output in watts per linear metre for trace heaters, and in watts per square metre for surface heaters

3.25**power termination**

termination applied to the end of a trace heater or surface heater at which the power is supplied

3.26**rated output**

total power or power per unit length or unit surface area of the trace heater or surface heater, at rated voltage and temperature, which is normally expressed in watts, watts per metre or watts per square metre

3.27**rated voltage**

voltage assigned by the manufacturer to which operating and performance characteristics of trace heaters or surface heaters are referred

3.28**routine test**

test to which each individual device is subjected during or after manufacture to ascertain whether it complies with certain criteria

3.29**series trace heater**

heating elements electrically connected in series with a single current path and with a specific resistance at a given temperature for a given length

3.30**sheath**

uniform and continuous covering(s), metallic or non-metallic, enclosing the insulated conductor(s), used to protect the trace heater or surface heater against mechanical damage and influences from the surroundings (corrosion, moisture, etc.), which may provide an electrical path to enable an electrical protection device to operate as intended

Note 1 to entry: See overjacket (3.22).

3.31**stabilized design**

concept where the temperature of the trace heater or surface heater will, by design and use, stabilize below the limiting temperature, under the most unfavourable conditions, without the need for a protective system to limit the temperature

3.32

start-up current

current of a trace heater or surface heater immediately upon energizing

3.33

surface heater

heater pad or panel intended to provide heat over a relatively large area, typically constructed of one or more metallic conductors that may also include one or more discrete or continuous electric heating elements, suitably insulated and protected

3.34

surface heater unit

surface heater suitably terminated in conformity with the manufacturer's instructions

3.35

system documentation

information typically provided by the supplier to allow satisfactory understanding, installation and safe use of the trace heating system

3.36

tee

electrical connection of trace heaters or surface heaters, in series or in parallel, to accommodate a branch in the circuit and resembling the shape of a capital T

3.37

temperature controller

device or combination of devices incorporating a means of sensing temperature and of controlling the power supplied to the trace heater or surface heater

3.38

temperature sensor

device designed to respond to temperature providing an electrical signal or mechanical operation

3.39

thermal insulation

material having air- or gas-filled pockets, void spaces, or heat-reflecting surfaces that, when properly applied, retard the transfer of heat

3.40

trace heater

device of linear geometry designed for the purpose of producing heat on the principle of electrical resistance

3.41

trace heater unit

trace heater suitably terminated in conformity with the manufacturer's instructions

3.42

trace heating

utilization of trace heaters and surface heaters as well as support components, designed for the purpose of producing heat through heating elements electrically connected in series or in parallel, used to maintain or raise temperatures of piping, tanks and other surfaces

3.43

type test

conformity test made on one or more items representative of the production

[SOURCE: IEC 60050-151:2001, 151-16-16]

3.44

weather barrier

material that, when installed on the outer surface of thermal insulation, protects the thermal insulation from water or other liquids, from physical damage caused by sleet, wind or mechanical abuse, and from deterioration caused by solar radiation or atmospheric contamination

3.45

workpiece

object to which a trace heater is applied

4 General requirements

4.1 General

Electrical resistance trace heating systems within the scope of this standard shall be designed and constructed so as to ensure electrical, thermal and mechanical durability and reliable performance such that, in normal use, they pose no danger to the user or the surroundings.

Trace heaters which are identified for use only in areas with a low risk of mechanical damage are subjected to a reduced load in the impact tests in 5.2.4 and 5.2.5 and a reduced force in the deformation test in 5.2.6, and shall be clearly marked as specified in Clause 7.

Trace heaters and surface heaters may be supplied with additional mechanical protection to meet the requirements of this standard if they are supplied as an integral assembly (prefabricated), and shall be marked as required by Clause 7, item g).

Trace heating equipment intended for use in contact with potable water shall be constructed of materials that meet relevant toxicity requirements.

The manufacturer shall declare the maximum withstand temperature in degrees Celsius. The materials used in the trace heater or surface heater shall withstand a temperature 20 K greater than its maximum withstand temperature, when tested in accordance with 5.2.11.

4.2 Electrically conductive covering

Trace heaters and surface heaters shall be provided with an evenly distributed electrically conductive covering which shall cover at least 70 % of the surface. Surface heating units shall be constructed such that the electrically conductive covering shall be opposite the surface to be heated.

4.3 Electrical circuit protection requirements for branch circuits

The minimum requirements for trace heating systems are:

- a) a means of isolating all line conductors from the supply;
- b) over-current protection provided for each branch circuit;
- c) Earth-fault protection for each branch circuit.

The trace heater or surface heater branch circuit electrical protection shall be capable of interrupting earth faults, as well as short-circuit faults. An earth-fault protective device or a controller with earth-fault interruption capability shall be used. A nominal 30 mA trip rating is recommended except where capacitive leakage may lead to nuisance tripping, in which case devices having a trip current not greater than 300 mA may be used. These devices are intended for use in conjunction with circuit overcurrent protection. Where conditions of maintenance and supervision ensure that only qualified persons will service the installed

systems and continued circuit operation is necessary for the safe operation of the equipment or processes, earth-fault detection without interruption is acceptable if alarmed in a manner assuring an acknowledged response.

4.4 Temperature requirements

4.4.1 General

A trace heating system shall be designed so that under all conditions that may reasonably be foreseen, the surface temperature of the trace heater or surface heater does not exceed its maximum withstand temperature or any maximum system temperature ratings. This shall be achieved by a stabilized design or controlled design.

4.4.2 Stabilized design

Stabilized design applications, in which the maximum surface temperature of the trace heater or surface heater is determined without thermostatic control, shall employ either the systems approach specified in 5.2.13.2 or the product approach specified in 5.2.13.3.

4.4.3 Controlled design

The surface temperature obtained through controlled design is based on energy limitation by temperature controllers or limiting devices.

5 Testing

5.1 Type tests – General

All trace heaters and surface heaters shall meet the requirements of the type tests given in 5.2. Trace heaters and surface heaters intended for applications described in Clause 1, items b), c) and d) shall also meet the requirements of 5.3, 5.4 and 5.5, respectively.

Samples of trace heaters selected for testing shall be at least 3 m in length, unless otherwise specified.

Integral components shall be subjected to the same type test as the trace heater or surface heater unless otherwise noted. System components, other than those identified as integral, shall be evaluated in accordance with standards relevant to their construction and use.

Tests shall be conducted at a room temperature between 10 °C and 40 °C unless otherwise specified.

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

5.2 Type tests – All applications

5.2.1 Dielectric test

The dielectric test shall be performed on trace heaters or surface heaters in accordance with Table 1.

Table 1 – Test voltages for the dielectric test

Rated voltage U	Test voltage V a.c. (r.m.s.)
< 30 V a.c. (r.m.s.)	500
< 60 V d.c.	500
≥ 30 V a.c. (r.m.s.)	$2U + 1\ 000$
≥ 60 V d.c.	$\sqrt{2}U + 1\ 000$

For single conductor series trace heaters or surface heaters the voltage shall be applied between the conductor and the metallic sheath, braid, screen or equivalent electrically conductive covering.

For multi-conductor series trace heaters or surface heaters the voltage shall be applied between the conductors connected together and the metallic sheath, braid, screen or equivalent electrically conductive covering, and also between each conductor in turn with the remaining conductor(s) connected together.

For parallel trace heaters or surface heaters the voltage shall be applied between the conductors connected together and the metallic sheath, braid, screen or equivalent electrically conductive covering.

Alternatively the dielectric test may be conducted by submerging the trace heaters or surface heaters in tap water at room temperature (resistivity typically 50 000 $\Omega\cdot\text{cm}$). The test voltage shall be applied between the heating conductors and the water.

The rate of rise shall be neither less than 100 V/s nor more than 200 V/s and maintained for 1 min at the specified test voltage without dielectric breakdown. The test voltage waveform shall be essentially sinusoidal, with a frequency of 45 Hz to 65 Hz.

For type tests 5.2.4, 5.2.5, 5.2.6, 5.2.7, 5.2.8, 5.2.9, 5.2.11, 5.3.3, 5.3.8, 5.3.9, 5.5.3.2, 5.5.4 and 5.7.1, for MI trace heaters, the required test voltage in 5.2.1 is reduced to $2U + 500$ V a.c. for MI trace heaters rated at or over 30 V a.c. and to $\sqrt{2}U + 500$ V d.c. for MI trace heaters rated at or over 60 V d.c.

When determining U , the correct use of phase-to-phase or phase-to-neutral voltage levels shall be considered.

5.2.2 Electrical insulation resistance test

The electrical insulation resistance shall be measured on the test sample(s) prepared in accordance with 5.1 after the dielectric test specified in 5.2.1.

For single conductor series trace heaters or surface heaters the resistance of the electrical insulation shall be measured between the conductor and the metallic sheath, braid, screen or equivalent electrically conductive covering.

For multi-conductor series trace heaters or surface heaters where the conductors are electrically insulated from each other, the resistance of the electrical insulation shall be measured between the conductors connected together and the metallic sheath, braid, screen or equivalent electrically conductive covering, and also between each conductor in turn with the remaining conductor(s) connected together.

For parallel trace heaters or surface heaters the resistance of the electrical insulation shall be measured between the conductors connected together and the metallic sheath, braid, screen or equivalent electrically conductive covering.

The insulation resistance shall be measured by means of a d.c. voltage of at least 500 V. The measured value shall be not less than 50 M Ω .

5.2.3 Flammability test

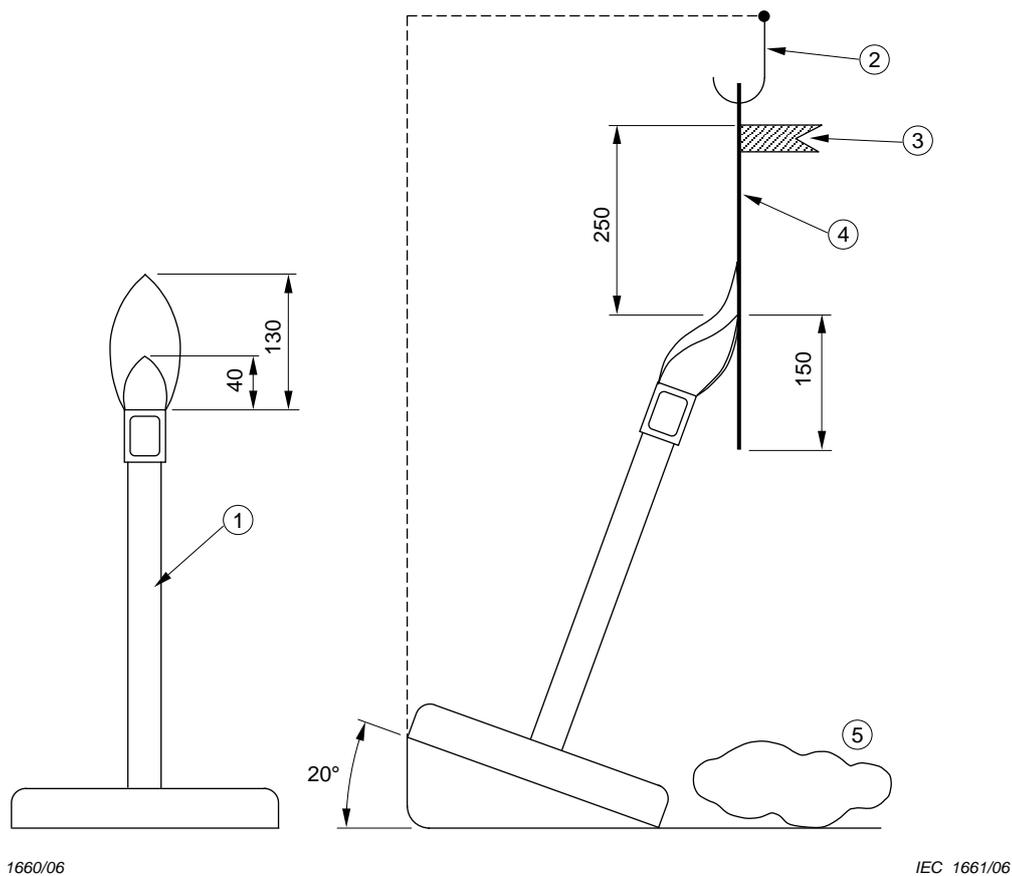
A flammability test shall be performed on trace heaters and surface heaters and also on trace heaters and surface heaters with integral components. The full range of sizes shall be capable of complying with the test. The test shall be made in a room free from draughts and carried out in a minimum volume of 0,5 cubic meters flame chamber or fume hood. For trace heaters, the sample shall be at least 450 mm in length, and shall be supported in a vertical position. For surface heaters the sample shall be as above with a maximum width of 80 mm.

A gummed unbleached paper indicator shall be wrapped once around the sample so that it projects 20 mm from the sample. The paper indicator shall be positioned 250 mm above the point at which the inner blue cone of the flame contacts the sample. A layer of dry, pure surgical cotton not more than 6 mm in depth shall be placed underneath the sample so that the distance from the cotton to the point of the flame application is 250 mm.

A laboratory burner described in ASTM D 5025-05 shall be used for the test. The gas flame produced by the burner is to be calibrated as described in ASTM D 5207-09. The fuel shall be methane, propane, or natural gas, and shall be of a grade suitable for calibration to the ASTM D 5207-09 procedure. As shown in Figure 1, the flame shall be adjusted to a 130 mm height with a 40 mm inner blue cone. The burner shall be tilted to an angle of 20° from the vertical and the flame applied to the heating device so that the tip of inner blue cone of the flame touches the specimen at a point 250 mm below the unbleached paper indicator and approximately 150 mm from the bottom of the sample. For termination assemblies, the flame shall be set such that it will contact the material at the most vulnerable point. Clamps used to support the sample shall be above the paper indicator and at least 80 mm below the point of flame application.

The flame shall be brought up to the sample in such a manner that the vertical plane containing the major axis of the burner tube shall be at right angles to the sample. For surface heaters, the flame is applied at the horizontal mid-point of the surface heater, with the unbleached paper indicator vertically above the flame using dimensions as shown in Figure 1. The flame shall be applied for 15 s and then removed for 15 s, until five such applications have been made.

The test results shall be considered satisfactory if the sample does not support combustion for more than 1 min after the fifth application of the flame, does not burn more than 25 % of the extended unbleached paper indicator, and does not ignite the cotton from burning falling particles.



IEC 1660/06

IEC 1661/06

Dimensions in mm

Figure 1a – Height of natural gas flames

Figure 1b – Vertical plane at right angles to sample under test

Key

- | | |
|-------------------------|----------------------------|
| 1 Burner | 4 Test sample |
| 2 Support | 5 Dry pure surgical cotton |
| 3 Unbleached paper flag | |

Figure 1 – Flammability test**5.2.4 Room temperature impact test**

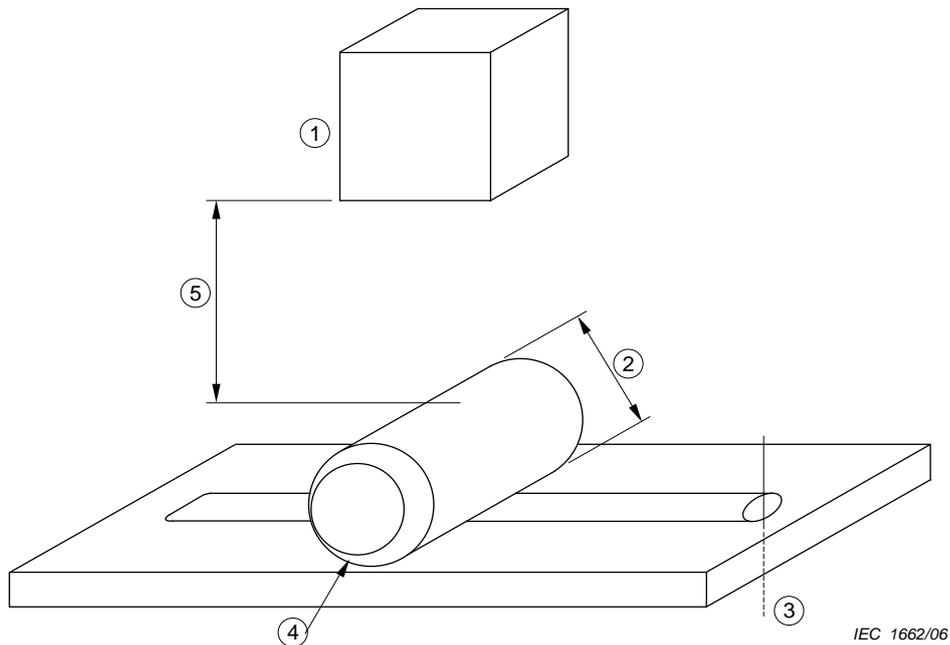
NOTE Electric trace heaters and surface heaters are, in the majority of applications, covered by thermal insulation and therefore afforded some mechanical protection. In some situations, however, trace heaters and surface heaters are not mechanically protected by thermal insulation. For example, during installation before the thermal insulation is applied or where the trace heater exits from the thermal insulation into a junction box or outdoor exposed area installations.

A sample approximately 200 mm in length is placed on a rigid flat steel plate (approximately 21 kg, 195 mm × 195 mm × 70 mm) on a rigid substrate such that the impact energy absorbed by the substrate is negligible. The sample is positioned underneath an intermediate piece of hardened steel in the shape of a horizontal cylinder with a diameter of 25 mm. This cylinder is required to have a length of 25 mm with smoothly rounded edges to a radius of approximately 5 mm when used to test surface heaters (see Figures 2 and 3). For the test, the cylinder is laid horizontally on the sample and, in the case of a trace heater, its axis is placed across the sample. A trace heater having a non-circular cross-section shall be so positioned that the impact is applied along the minor axis (that is to say the sample is positioned flat on the steel plate).

Other than in tests on electrical trace heaters intended for use in applications with low risk of mechanical damage, a hammer with a mass of 1 kg shall be allowed to fall once onto the horizontal cylinder from a height of 700 mm (nominal impact energy of 7 J).

For trace heaters and surface heaters intended for use in applications with low risk of mechanical damage, the height may be reduced to 400 mm (nominal impact load of 4 J). Trace heaters or surface heaters submitted to such a test shall be examined by the testing body to verify that the manufacturer's installation instructions adequately caution the user regarding the use of a trace heater or surface heater with reduced mechanical capability.

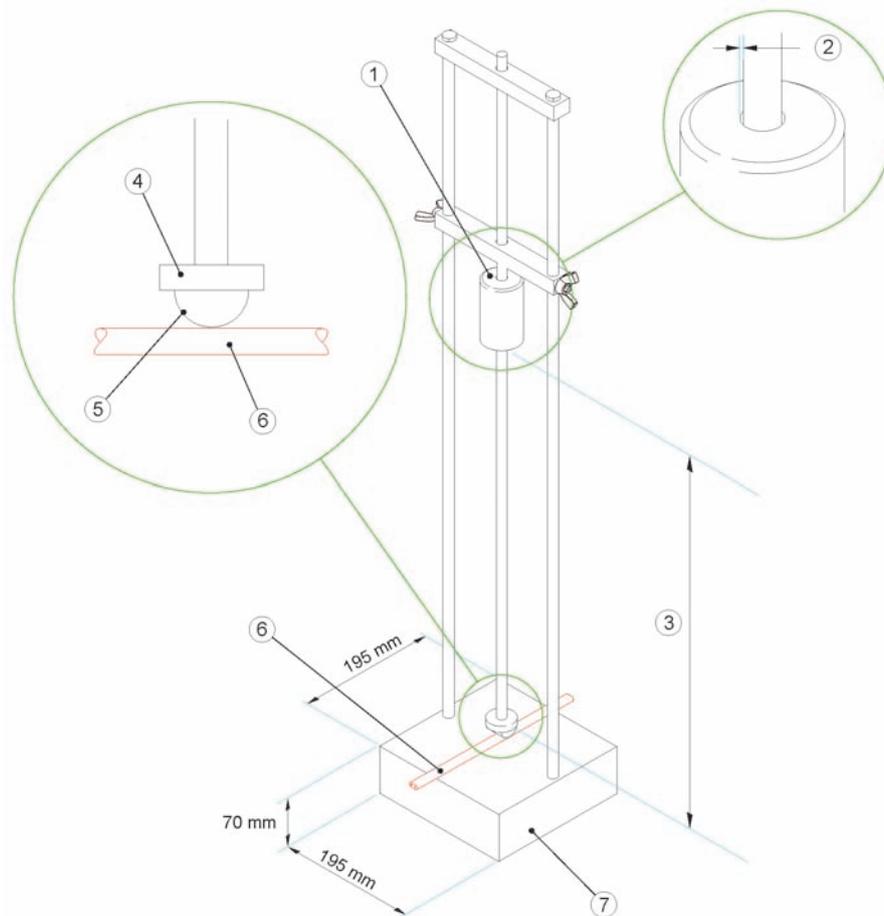
Conformity is verified by testing the electrical insulation in accordance with 5.2.1 and 5.2.2 while the steel cylinder and hammer are still in place on the sample.



Key

- | | |
|---|---|
| 1 Hammer with mass of 1 kg | 4 Cylinder with 25 mm overall length and 5 mm radius rounding when used to test heater pads and heater panels |
| 2 Cylinder with diameter of 25 mm | |
| 3 Minor axis of non-circular trace heater | 5 Height of fall of hammer: 700 mm or 400 mm |

Figure 2 – Room temperature impact test



IEC 2220/13

Key

- 1 Steel hammer with a mass of 1,0 kg
- 2 1,5 mm clearance between steel hammer and guide rod
- 3 Drop height measured from bottom surface of steel hammer to top surface of intermediate piece: 700 mm (or 400 mm for reduced impact energy test)
- 4 Hardened steel intermediate piece
- 5 Intermediate piece has a length of 25 mm, a diameter of 25 mm and both ends of the cylindrical shape have 5 mm radius (relevant only when testing samples wider than 25 mm)
- 6 Sample under test. Impact flatter side of non-circular samples
- 7 Rigid flat steel plate

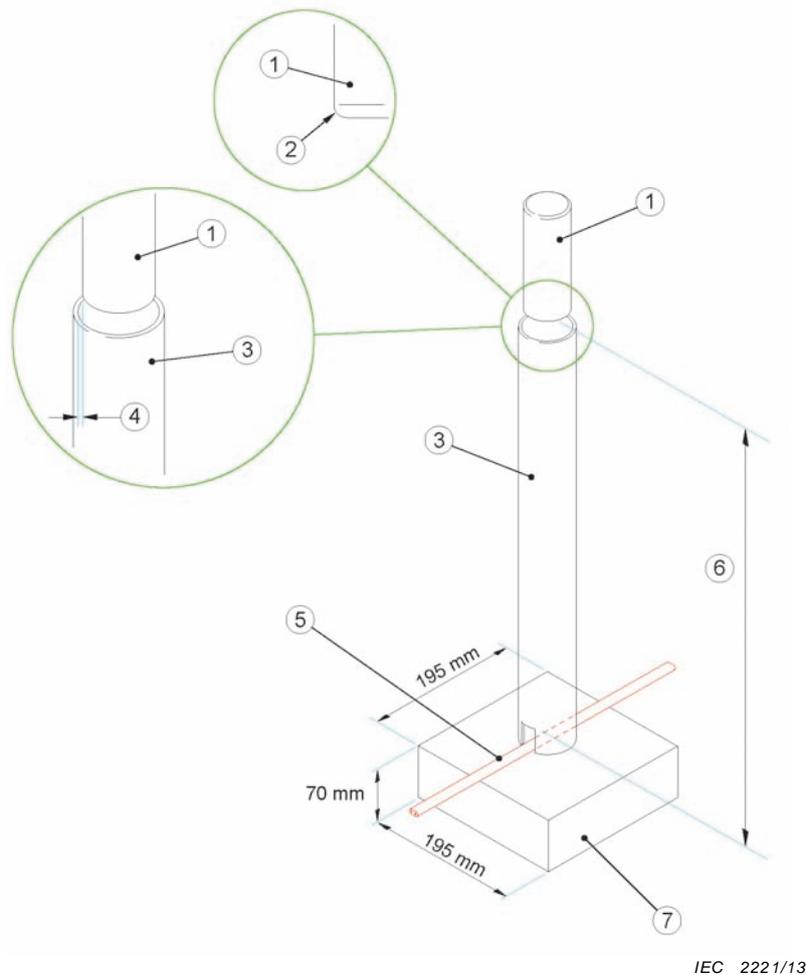
Figure 3 – Example of room temperature impact test apparatus**5.2.5 Minimum temperature impact test**

A sample approximately 450 mm in length positioned on a hardened steel plate (with a mass equal to or greater than 20 kg, 195 mm × 195 mm × 70 mm). The plate is positioned on a rigid substrate such that the impact energy absorbed by the substrate is negligible. The assembly is then conditioned for a minimum of 4 h at the manufacturer's minimum recommended installation temperature. (See Figure 4).

After conditioning, and other than in tests on trace heaters intended for use in applications with low risk of mechanical damage, a sample, whilst still at the minimum recommended installation temperature, shall be subjected to a 50,8 mm diameter cylindrical steel plunger with a smoothly rounded edge (with a radius of approximately 5 mm) around the bottom flat impacting surface, having a mass of 1,8 kg and allowed to free fall from a height of 762 mm, resulting in a nominal impact energy of 13,6 J.

For trace heaters intended for use in applications with a low risk of mechanical damage in accordance with 4.1, the height shall be reduced to 420 mm (i.e. a nominal impact energy of 7,5 J). Trace heaters submitted to such a test shall have information in the installation instructions that adequately caution the user regarding the use of a trace heater with reduced mechanical capability. See Clause 7.

The impacted portion of the sample shall then be immersed in tap water at 10 °C to 25 °C for 5 min, and the dielectric test 5.2.1 and insulation resistance test 5.2.2 shall be successfully completed. For surface heaters, both the heating region and cold leads shall be impacted.



IEC 2221/13

Key

- | | |
|---|--|
| <p>1 Steel hammer with a mass of 1,8 kg and a diameter of 50,8 mm</p> <p>2 5 mm radius around the bottom edge of the cylindrical steel hammer</p> <p>3 Guide tube</p> <p>4 2 mm clearance between steel hammer and guide tube</p> | <p>5 Sample under test. Impact flatter side of non-circular samples</p> <p>6 Drop height measured from bottom surface of steel hammer to top surface of sample under test: 762 mm (or 420 mm for reduced impact energy test)</p> <p>7 Rigid flat steel plate</p> |
|---|--|

Figure 4 – Example of minimum temperature impact test apparatus

5.2.6 Deformation test

A sample approximately 200 mm in length is placed on a rigid flat steel plate. A crushing force of 1 500 N is then applied for 30 s, without shock, by means of a 6 mm diameter steel rod with hemispherical ends and a total length of 25 mm. For the test, the rod is laid flat on the sample and in the case of a trace heater it is placed across a specimen at right angles. In the case of a surface heater, it is necessary to ensure that the cylinder rests across an active element.

For trace heaters and surface heaters intended for use in applications with low risk of mechanical damage, the crushing force may be reduced to 800 N. Trace heaters or surface heaters submitted to such a test shall be examined by the testing body to verify that the manufacturer's installation instructions adequately caution the user regarding the use of a trace heater or surface heater with reduced mechanical capability.

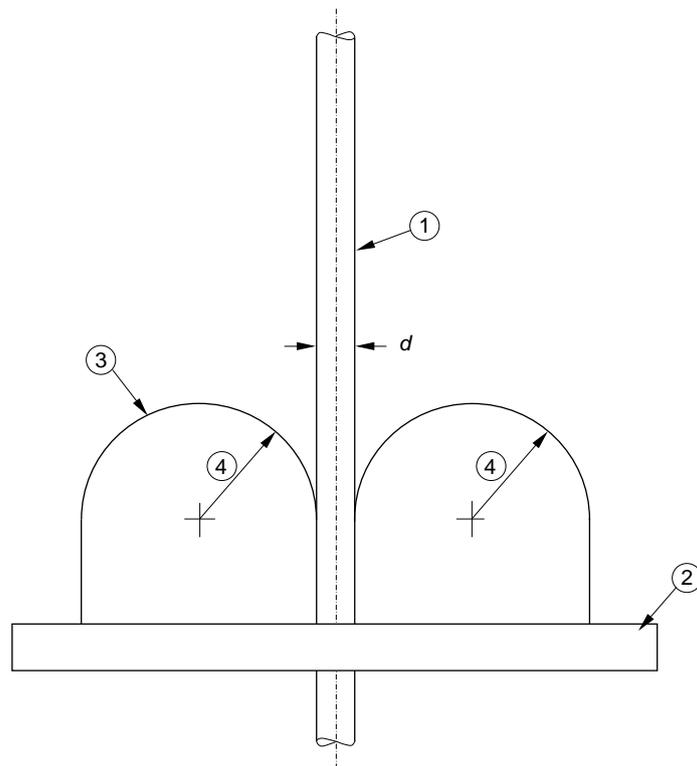
Conformity is verified by testing the electrical insulation in accordance with 5.2.1 and 5.2.2 while the horizontal steel rod is still in place on the sample and the load applied.

5.2.7 Cold bend test

This test applies only to trace heaters or surface heaters that have a stated minimum bending radius less than 300 mm.

The apparatus used for the cold bend test is shown in Figure 5, with the radius of the metal mandrel equal to the manufacturer's stated minimum bend radius. A sample of trace heater or surface heater, without integral components, shall be fixed in the apparatus as shown. The apparatus and sample shall be placed in a refrigerated compartment and maintained at the manufacturer's minimum recommended installation temperature for a period not less than 4 h. At the end of this period, and with the sample maintained at the minimum recommended installation temperature, 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 operations shall be performed three times and the rate of bend shall not be faster than 5 s per cycle.

Conformity is verified by testing the electrical insulation in accordance with 5.2.1 and 5.2.2 and the sample shall have no visible cracks when examined with normal vision.



IEC 1663/06

Key

- | | |
|---|---|
| 1 Sample trace heater or surface heater | 3 Metal mandrel |
| 2 Metal base | <i>d</i> Trace heater diameter or primary bending plane |
| | 4 Manufacturer's stated minimum bend radius |

Figure 5 – Cold bend test

5.2.8 Water resistance test

A sample of trace heater at least 3 m in length without integral components, or a sample of surface heater, shall be immersed under at least 50 mm of tap water at 10 °C to 25 °C for a period of 336 h (14 days). After this period, the sample shall be tested using the dielectric voltage test, 5.2.1, and shall withstand this for 1 min without dielectric breakdown. The same sample shall then be tested using the electrical insulation resistance test, 5.2.2, and the measured value shall not be less than 50 MΩ.

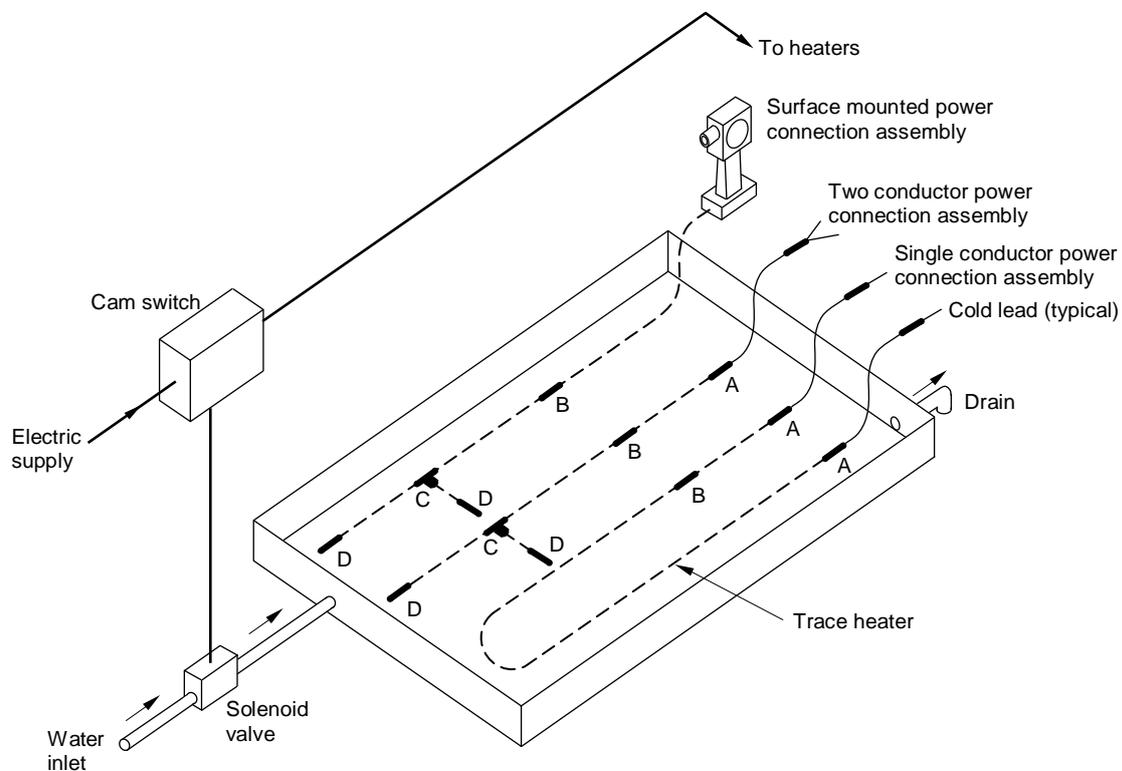
For samples supplied with overjackets, a section of the overjacket shall be removed prior to testing.

5.2.9 Integral components resistance to water test

A sample of trace heater at least 3 m in length, or a sample of surface heater, including integral terminations, shall be placed in a water flow and drain apparatus as shown in Figure 6. The rate of water flow shall be regulated to cover the sample and terminations completely for a period of at least 30 s every 5 min, after which it is drained off.

The voltage to the water flow solenoid and the voltage applied to the sample shall be controlled by a cam switch or equivalent means. The timing sequences shall be such that the sample shall be energized for 30 s after the water has been drained. The test shall be continued for a period of 24 h.

At the end of the test period, the sample shall be tested in accordance with 5.2.1. All immersed connections and immersed terminations shall be inspected to verify that no water ingress has occurred.



IEC 1664/06

Key

- | | |
|------------------------------|----------------------------|
| A Integral power connection | C Integral in-line tee |
| B Integral splice connection | D Integral end termination |

Figure 6 – Moisture resistance test

5.2.10 Verification of rated output

5.2.10.1 Verification methods

The rated output of the trace heater or surface heater shall be verified by one of the following methods described in 5.2.10.2 and 5.2.10.3.

5.2.10.2 Resistance method

The measured d.c. resistance per unit length at a specified temperature shall be within the manufacturer's declared tolerance.

5.2.10.3 Thermal methods

5.2.10.3.1 General

The thermal output of trace heaters or surface heaters shall be evaluated on a fixture representative of the intended application. The following procedures are appropriate for specific applications. For applications other than these, the testing body and the manufacturer shall determine an appropriate test.

In each of the following procedures, the trace heater or surface heater shall be powered at rated voltage and allowed to reach equilibrium. The voltage, current, workpiece temperatures and sample length or size shall be recorded at each test temperature.

For routine testing requirements, power output values for the methods in 5.2.10.3.3, 5.2.10.3.4, and 5.2.10.3.5 may be correlated to the method in 5.2.10.3.2.

5.2.10.3.2 Insulated surface applications

The thermal output of a trace heater is measured by installation of a single sample, 3 m to 6 m in length, on a carbon steel pipe of 50 mm diameter or greater, as shown in Figure 7. The sample is installed in accordance with the manufacturer's instructions. The test apparatus is completely covered with thermal insulation of 25 mm thickness.

For surface heaters, the test is conducted on a liquid-cooled flat metal plate with 25 mm of thermal insulation installed over the surface.

A suitable heat transfer liquid is circulated through the pipe at a sufficient rate to establish turbulent flow such that there is a negligible temperature difference between the fluid and the pipe. The heat transfer fluid is maintained at a constant temperature. These parameters are verified by thermocouples placed at the entry and exit ends of the pipe. Flow velocity shall be such that the fluid temperature does not differ by more than 2 K from end to end.

The thermal output of the trace heater or surface heater is measured at three pipe (or plate) temperatures representative of the full operating range. The trace heater or surface heater is powered at its rated voltage and allowed to attain equilibrium. The voltage, current and liquid temperatures (or plate temperatures), and sample length or size are recorded at each test temperature. Three separate determinations are made on separate samples. The resulting values shall be within the manufacturer's declared tolerance.

5.2.10.3.3 Outdoor exposed surface heating applications without thermal insulation

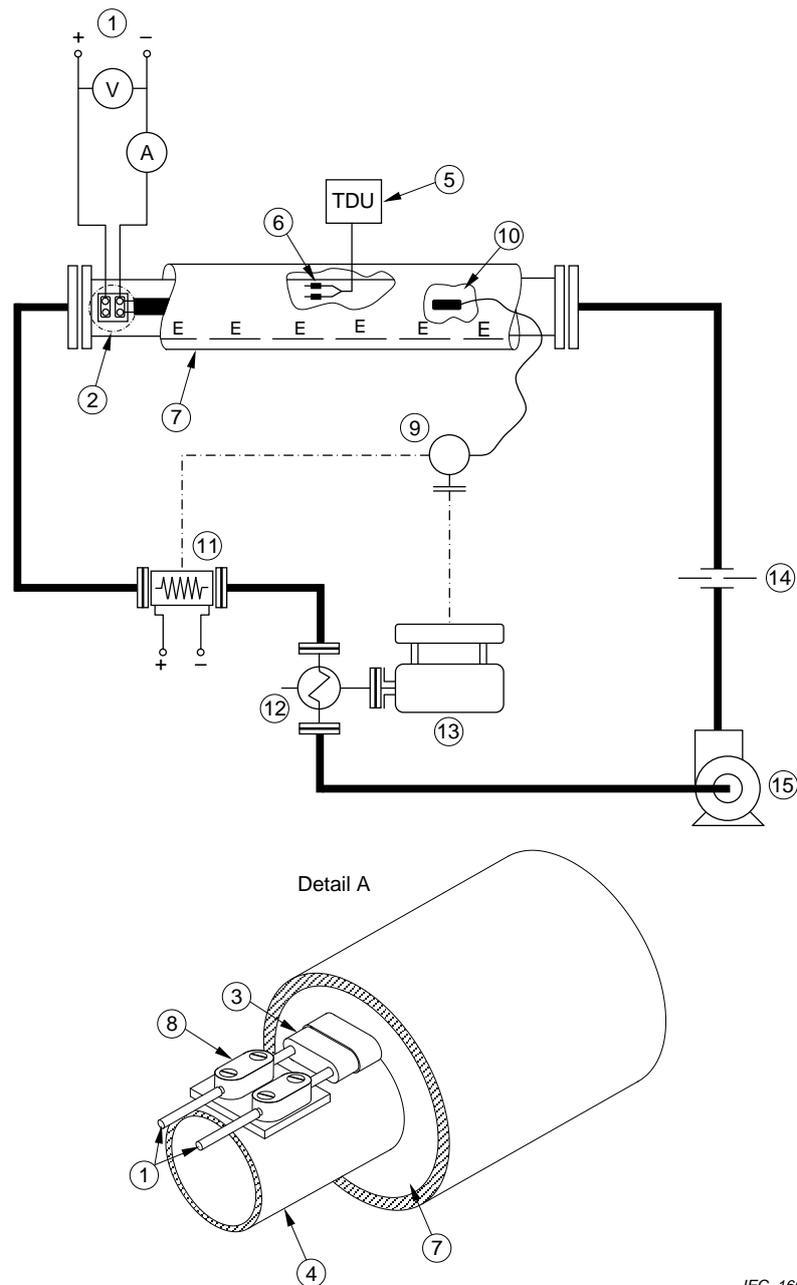
For trace heaters or surface heaters intended for outdoor exposed surface heating applications without thermal insulation, the test apparatus described in 5.2.13.2.4 shall be utilized, but with the trace heater installation not including any cross-over point. If the application is for roof and gutter heating, the trace heater shall additionally be tested in an ice bath to determine thermal output in ice conditions. Three separate determinations are made on separate samples. The resulting values shall be within the manufacturer's declared tolerance.

5.2.10.3.4 Embedded heating applications

For trace heaters intended for embedded heating, the test apparatus described in 5.2.13.2.5 shall be utilized, but with the trace heater installation not including any control/expansion joint or cross-over point. The resulting values shall be within the manufacturer's declared tolerance.

5.2.10.3.5 Applications of trace heating internal to conduit and piping

For trace heaters or surface heaters intended for installation internal to conduit and piping, the test apparatus described in 5.2.13.2.6 shall be utilized, but with the trace heater or surface heater installation not including any cross-over point. In addition, it is not necessary to include the vertical section of pipe or conduit. The resulting values shall be within the manufacturer's declared tolerance.



IEC 1665/06

Key

- | | | | |
|---|--|----|------------------------|
| 1 | Controlled voltage source | 8 | Electrical terminals |
| 2 | See detail A | 9 | Temperature controller |
| 3 | Trace heater or surface heater | 10 | Temperature sensor |
| 4 | Test pipe, outside diameter ≥ 50 mm | 11 | In-line heater |
| 5 | Temperature display unit | 12 | Heat exchanger |
| 6 | Thermocouple | 13 | Chiller |
| 7 | Fibre glass insulation, min. 25 mm thickness,
approximate density of 3,25 kg/m ³ | 14 | Flow meter |
| | | 15 | Pump |

Figure 7 – Verification of rated output**5.2.11 Thermal stability of electrical insulating material**

The thermal stability of the electrical insulating materials of trace heaters and surface heaters shall be verified on a sample or prototype after it has been conditioned at 20 K greater than the manufacturer's declared maximum withstand temperature, for 28 days (with tolerance of +2/-0 days).

The sample shall be removed from the air oven and cooled to room temperature.

Flexible trace heater samples shall be wound six close turns around a mandrel having a radius equal to six times the diameter of a circular trace heater or six times the minor dimension of a non-circular trace heater. Integral components shall not be wound around the mandrel.

Surface heaters shall be wrapped on a mandrel with a radius equivalent to the manufacturer's minimum recommended bending radius.

While still on the mandrel the sample, except at terminations or ends where the conductor is exposed shall be submerged in tap water for 5 min. While still in the tap water, the dielectric test 5.2.1 and the insulation resistance test 5.2.2 shall be successfully completed.

Non-flexible trace heaters shall not be wrapped around a mandrel but shall also be submerged in tap water and tested.

Upon completion of the test, the sample shall have no visible cracks when examined with normal vision.

5.2.12 Thermal performance test for parallel trace heaters

The test apparatus shall consist of a metal platen(s) with the ability to change temperature within specified levels. The platen(s) shall be sized to expose all parts of the trace heater or surface heater samples, which would be exposed under normal installation conditions, to the temperature levels required by this procedure. The test apparatus shall ensure that the trace heater or surface heater samples are in intimate contact with the platen. The test apparatus may be supplied with a sample mounting fixture. Offsets may be built into the fixture or platen(s) to accommodate end termination/power transition fittings/boots, if provided, where their size profile exceeds the trace heater or surface heater profile. The apparatus shall allow energizing of the trace heater or surface heater samples as required during the test procedure.

The samples shall be thermally insulated on the side not facing the platen so as to assure effective heat transfer from the platen to the trace heater or surface heater samples.

The temperature of the platen(s) shall be uniformly controlled to a maximum tolerance of ± 5 °C for platen temperatures less than 100 °C or 5 % of the maximum continuous operating temperature if above 100 °C.

The platen described above may be a flat metal plate, a metal pipe, or a metal surface typical of the majority of applications for the trace heater or surface heater being tested.

The trace heater or surface heater samples shall be randomly selected and shall be a minimum of 0,3 m in length. Where the sample is irregular in shape, such as a surface heater, the sample shall consist of at least one heating unit.

If the trace heater or surface heater are part of a product range, with common materials (with materials having the same performance ratings) and construction, which have different levels of rated voltages and power outputs, then three samples each shall be selected that represent:

- the lowest rated voltage level and the maximum rated power output;
- the highest rated voltage and the minimum rated power output.

The trace heater or surface heater samples may be conditioned, at the maximum rated voltage for up to 150 h at the manufacturer's declared maximum continuous operating temperature prior to starting the test.

The trace heater or surface heater samples shall be installed on the sample mounting fixture or directly applied to the platen. The samples shall be powered at the maximum rated voltage. The temperature of the platen shall be 23 ± 5 °C. The initial power output of the samples shall be determined by measuring voltage and current after the device has reached equilibrium.

Samples of continuous parallel construction, while still installed on the sample mounting fixture or platen and energized at the maximum rated voltage, shall be temperature cycled by alternately exposing the samples to platen(s) temperatures corresponding to 23 ± 5 °C and the maximum continuous operating temperature. The samples are permitted to be de-energized during the cool down period.

Samples of zone type parallel construction shall be temperature cycled in the same manner with the exception that the samples shall be de-energized when not being held at the maximum continuous operating temperature.

If the cycle temperature range exceeds 350 °C, the lower temperature may be set at 350 °C below the maximum continuous operating temperature.

The energized samples shall be exposed to each of these temperature extremes for a minimum of 15 min and a transition time between extremes shall not exceed 15 min with a cycle being one complete exposure at both temperature extremes.

The heating device samples shall be subjected to a pre-conditioning period of 5 continuous temperature cycles. A minimum of 1 500 cycles shall then be performed.

Following the temperature cycling, the temperature of the platen(s) shall be raised to the maximum continuous exposure temperature or the maximum intermittent exposure temperature if higher, declared by the manufacturer and held for a period of no less than 250 h.

Where the maximum intermittent exposure temperature is declared as “power on”, the samples shall be energized at the maximum rated voltage.

The power output of the samples shall be measured during the final 300 seconds of every cold cycle, using the same method and platen temperature as used during the initial measurements. In the case of samples having a zone type parallel construction, the power output shall be measured during the final 300 seconds of every hot cycle.

After completion of the maximum exposure testing, the power output measurements of the samples shall be reviewed. The samples shall have maintained a power level within plus 20 % or minus 25 % of the initial measured output.

5.2.13 Determination of maximum sheath temperature

5.2.13.1 General

Maximum sheath temperatures of trace heaters and surface heater shall be determined to ensure the safe use of the heater(s). These sheath temperatures shall not exceed the maximum declared withstand temperature of the trace heater or surface heater.

The maximum allowable power density and sheath temperatures declared by the manufacturer shall be tested by at least one of the following methods.

- A systems approach (see 5.2.13.2), used to validate a manufacturer's design methodology and calculations, in which the trace heater or surface heater is subjected to a test condition where the manufacturer demonstrates ability to design and predict sheath temperatures by conducting specific tests with or without control. Testing for the systems approach may be omitted if test results from the product approach are used exclusively.

Once a particular application (with and/or without control) has been proven by relating power output and sheath temperature for a particular product, then additional testing for that application or other applications may be limited by analysis and by agreement between the testing body and the manufacturer.

- A product approach (see 5.2.13.3) in which the maximum sheath temperatures are determined in an artificial environment without control.

5.2.13.2 Systems approach, design verification method

5.2.13.2.1 Procedures according to installation type

The following procedures are applied according to the installation type defined in the scope and are intended to validate the manufacturer's design methodology and calculations of maximum sheath temperatures with or without control.

The measured sheath temperatures shall not exceed the manufacturer's calculated values by more than 10 K.

Alternative simulated operating conditions may be agreed between the testing body and the manufacturer.

5.2.13.2.2 Insulated surfaces with trace heaters

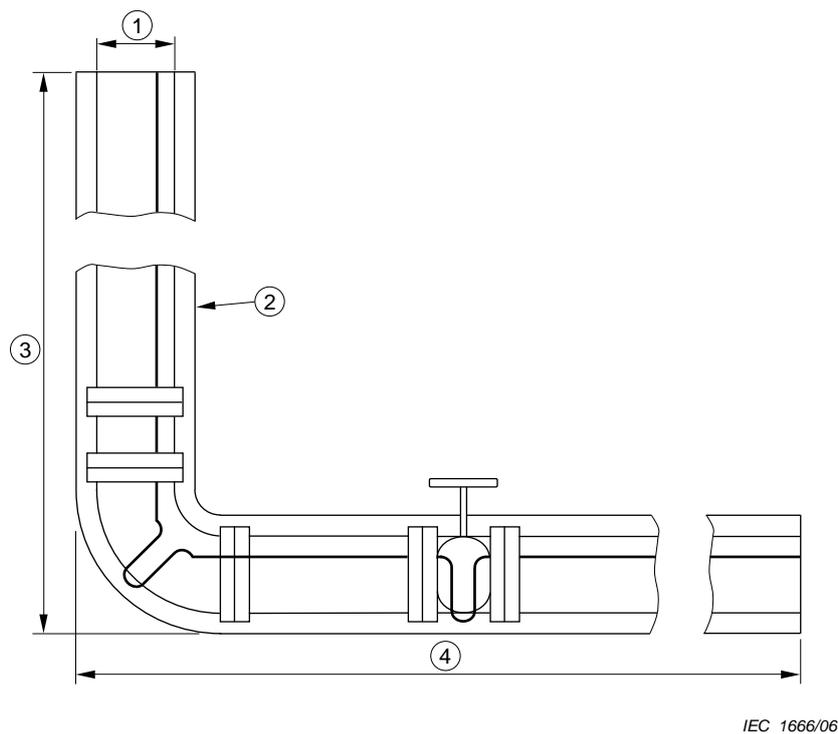
5.2.13.2.2.1 General

These tests shall be conducted three times with varied parameters such as insulation type, thickness, power output or multiple samples.

5.2.13.2.2.2 Test using pipe fixture

For trace heaters, the test apparatus (see Figure 8) shall consist of a 3 m horizontal run and a minimum 1,5 m vertical run of piping having a pipe size between 50 mm and 150 mm diameter. The pipe shall be empty. A flanged gate valve or equivalent (butterfly valve, globe valve, etc.) should be located in the centre of the horizontal run. The vertical run shall be so arranged that the flanged pipe ends are in the centre. The trace heaters shall be installed in a manner consistent with the manufacturer's installation instructions between 9 o'clock and 3 o'clock positions (upper portion of the pipe) on the pipe circumference. The sample shall be within the upper half of the heating device's thermal output tolerance or test conditions shall be considered to achieve similar results. Thermocouples shall be used to monitor the pipe, valve and flange surface temperatures and corresponding heater sheath temperatures at each of these locations. The thermocouples and the connection cables shall be selected and so arranged so they do not significantly affect the thermal behaviour of the temperature measurements, such as 0,2 mm² or smaller size Type J or K thermocouples as appropriate. The thermocouples should be spot welded to MI trace heater metallic sheaths and heated metallic surfaces. For metallic braid, polymeric sheaths, or nonmetallic heated surfaces the thermocouples should be attached with suitable adhesive/tape system. Additional thermocouples may be located at anticipated hotspots at the discretion of the testing body. The piping system shall be insulated with a minimum of 25 mm thickness of soft thermal insulation such as fiberglass or mineral wool, (oversized to accommodate the trace heater) and installed in accordance with the manufacturer's installation procedures. Pipe ends shall be plugged and thermally insulated. An additional length of piping may be added to the test section on either end to minimize end effects in the test section or additional trace heater may be added within the test section to achieve the same purpose.

Unless a higher temperature is specified, the ambient temperature shall not exceed 40 °C. The trace heater shall be powered at 110 % of its rated voltage. System temperatures shall be allowed to stabilize and thermocouple readings recorded. The measured sheath temperatures shall not exceed the manufacturer's calculated values or the temperature limits specified in 4.4.1.

**Key**

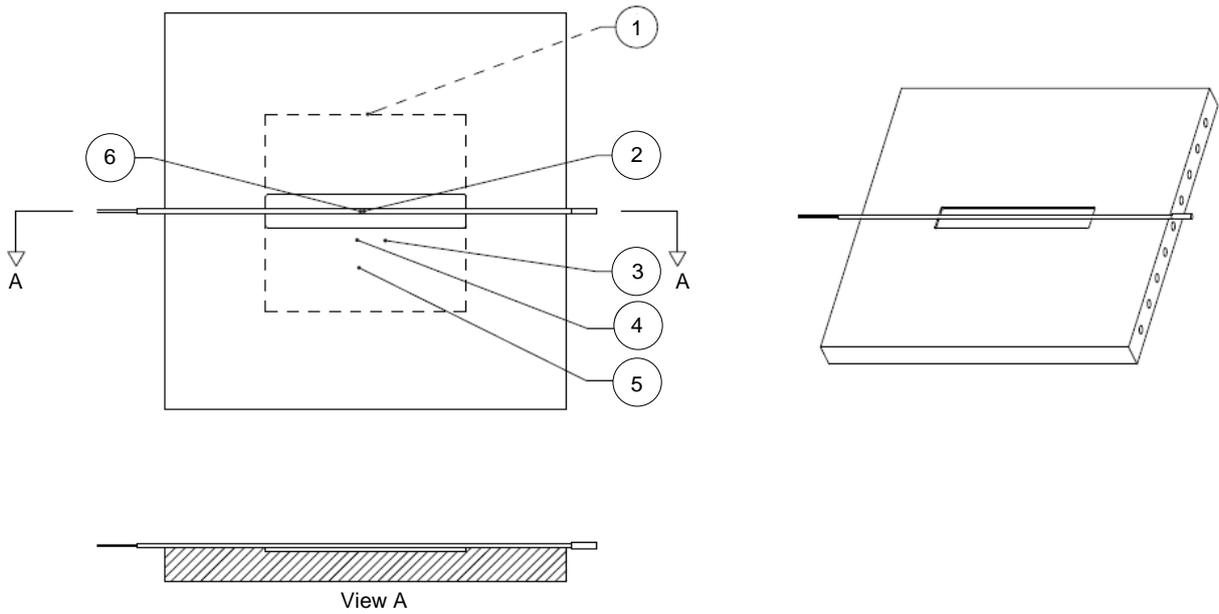
- | | | | |
|---|---------------------------------------|---|-------|
| 1 | 50 mm – 150 mm nominal pipe bore | 3 | 1,5 m |
| 2 | Soft insulation, min. 25 mm thickness | 4 | 3 m |

Figure 8 – Pipe fixture**5.2.13.2.2.3 Supplementary test using plate fixture**

The maximum pipe temperature according to the test apparatus and procedures from 5.2.13.2.2.2 shall be used to determine the workpiece temperature that will be used as one of the plate temperatures.

The test apparatus, as shown in Figures 9 and 10, shall consist of an aluminium plate, 600 mm × 600 mm × 50 mm with cartridge heaters, temperature controller and channels for cooling. In the centre of the plate is a trough (300 mm × 50 mm × 5 mm) over which the trace heater sample is to be placed. The plate is thermally insulated with a minimum of 75 mm of calcium silicate on the bottom and 150 mm wide calcium silicate on the sides of the plate. The top of the apparatus is insulated with two layers, each consisting of three 900 mm × 300 mm × 25 mm calcium silicate sheets, or other suitable insulation as agreed upon with the testing agency. Rigid insulation should be annealed at 300 °C for 4 hours to reduce possible cracking during usage. If rigid insulation is used, the lower centre piece includes a 13 mm deep and 19 mm wide slot or larger if necessary to accommodate the trace heater size. The ends of the slot are to be filled with mineral wool and for rigid insulation a 900 mm × 900 mm × 13 mm wood board (approximately 10 kg) is placed on the top to reduce possible gaps. A thermocouple shall be located within the 300 mm × 300 mm test area which is used to control plate temperature, and three additional thermocouples shall be located on the plate as shown in Figures 9 and 10.

For trace heaters which may not be crossed over, a single thermocouple shall be attached to the top of the sample and the heater shall be centred over the trough as shown in Figure 9.



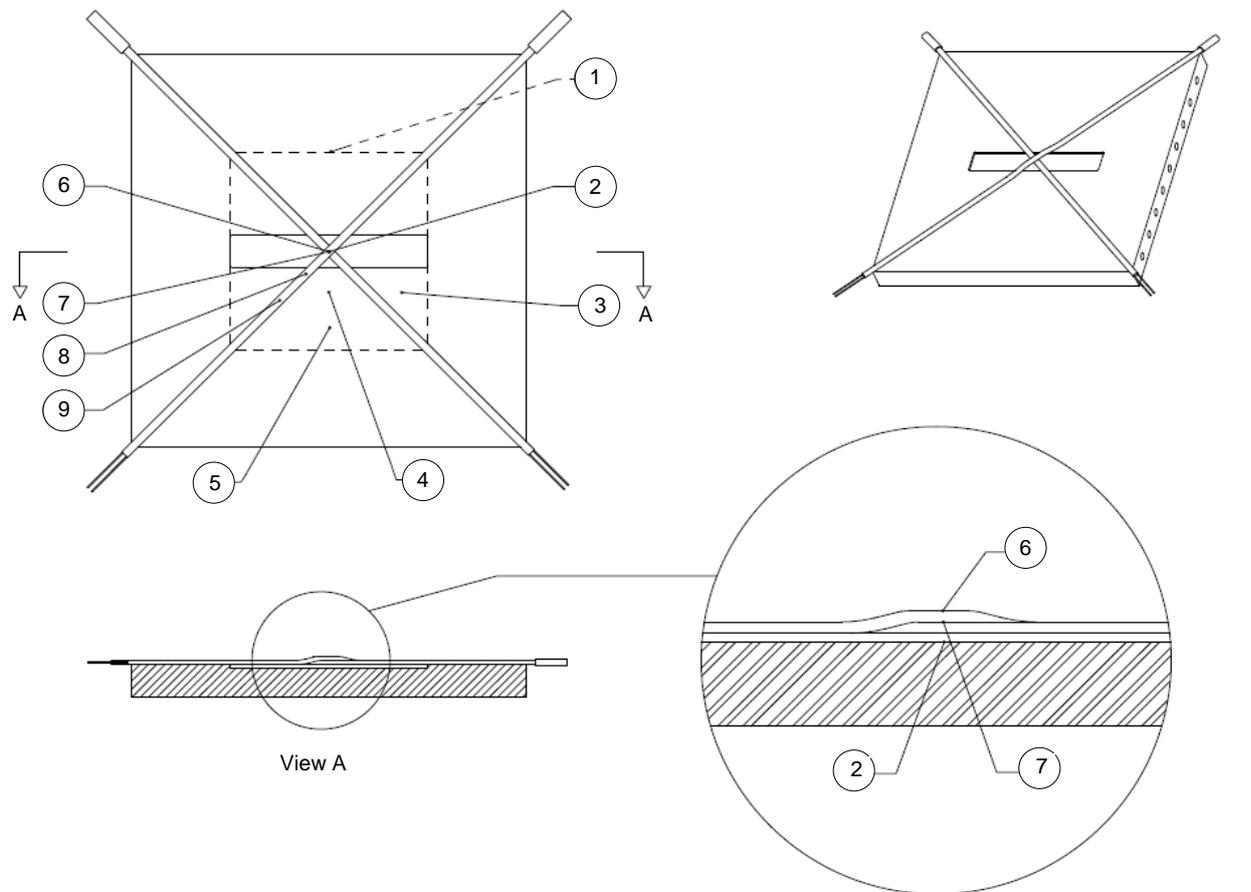
IEC 2222/13

Key

- | | | | |
|---|---|---|--|
| 1 | 300 mm × 300 mm test area | 4 | Thermocouple 75 mm from centre of plate |
| 2 | Thermocouple on bottom surface of trough | 5 | Thermocouple 150 mm from centre of plate |
| 3 | Plate temperature control point 75 mm from centreline of trough | 6 | Thermocouple on trace heater |

Figure 9 – Plate fixture

For trace heaters which are allowed to be crossed over, two trace heaters shall be installed perpendicular to each other at a 45° angle to the centreline of the trough as shown in Figure 10.



IEC 2223/13

Key

- | | | | |
|---|---|---|--|
| 1 | 300 mm × 300 mm test area | 6 | Thermocouple on trace heater |
| 2 | Thermocouple on bottom surface of trough | 7 | Thermocouple between trace heaters |
| 3 | Plate temperature control point 75 mm from centreline of trough | 8 | Thermocouple on trace heater 75 mm from centre of plate |
| 4 | Thermocouple 75 mm from centre of plate | 9 | Thermocouple on trace heater 150 mm from centre of plate |
| 5 | Thermocouple 150 mm from centre of plate | | |

Figure 10 – Plate fixture when trace heaters are allowed to touch

Four thermocouples shall be installed on the trace heaters. One thermocouple shall be attached to the top sheath of the upper cable at the crossover point. An additional thermocouple shall be placed between the crossed over samples at the centre point. Two additional thermocouples shall be attached to one of the trace heaters at 75 mm and 150 mm from the centre of the plate as shown in Figure 10.

The thermocouples and the connection cables shall be selected and so arranged so they do not significantly affect the thermal behaviour of the temperature measurements, such as 0,2 mm² or smaller size Type K thermocouples.

The attachment method for thermocouples to MI cables and other continuous metallic surfaces should be by welding, brazing or other suitable means. The thermocouple attachment method for metallic braid or nonmetallic sheaths should utilize suitable adhesives or tapes.

The samples shall be within the upper half of the trace heater's thermal output tolerance or test conditions shall be adjusted to achieve similar results.

The plate temperature controller shall be energized and the temperature set as desired. When the temperature has stabilized and the four thermocouples are within 2 °C of each other, the trace heater sample shall be energized and the sheath temperature rate of change shall be monitored until it is less than 1 °C in 30 min.

Measurements shall be made at three plate temperatures and at three power outputs covering the range of the manufacturer's rating, (i.e. nine sets of measurements).

The highest sheath temperature, the power output, and the plate temperature shall be recorded. The measured surface temperatures shall not exceed the manufacturer's calculated value and shall not exceed the manufacturer's declared maximum withstand temperature.

5.2.13.2.3 Insulated surfaces with surface heaters

This test shall be conducted three times with varied parameters such as insulation type, thickness, power output or multiple samples.

For surface heaters, a representative section shall be applied to a 6 mm steel plate in accordance with the manufacturer's instructions. The steel plate shall not extend more than 25 mm from any edge of the surface heater. The thermocouples shall be located at any anticipated hotspots at the discretion of the testing station. The heated side of the plate shall be insulated with a minimum of 25 mm of thermal insulation. The plate is then located in a stable room-temperature environment in a vertical orientation. The surface heater shall be powered at 110 % of rated voltage. After stabilization, the thermocouple readings shall be recorded including ambient temperature. The measured sheath temperatures shall not exceed manufacturer's calculated value and shall not exceed the manufacturer's declared maximum withstand temperature

5.2.13.2.4 Outdoor exposed surface heating

For trace heaters or surface heaters intended for roof and gutter heating, the test apparatus shall consist of a simulated roof consisting of a fir plywood panel 1,2 m × 1,8 m mounted at an angle of 45° to the horizontal. In addition, the fixture shall include a 1,8 m horizontal run of gutter and a 2 m vertical rise of downspout. The trace heater or surface heater and attachment devices shall be installed to the roof, gutter, and downspout according to the manufacturer's instructions. The trace heater or surface heater shall cross over itself on the roof if not prohibited by the manufacturer's instructions. The sheath of the trace heater or surface heater shall have thermocouples installed at the midpoints of both the vertical and horizontal runs, as well as in the midpoint of the roof run (and the crossover if applicable). The trace heater or surface heater shall be energized in no wind conditions at the maximum ambient temperature. The highest sheath temperature shall be recorded after the system reaches normal operating conditions.

For trace heaters or surface heaters intended for applications on outdoor metal structures, such as the de-icing of rails, the test apparatus shall consist of a rail, steel plate, or other fixture representative of the intended application. The heating device shall be installed on the mounting surface with expansion loops (if applicable) along with any accessories in accordance with the manufacturer's installation instructions. Thermocouples shall be used to monitor the metal surface, the heating device sheath, and anticipated hot spots to the discretion of the testing body. For maximum temperature testing, the apparatus shall be placed in an environmental chamber at the maximum ambient temperature. The highest sheath temperature shall be recorded after the system reaches normal operating conditions.

The measured sheath temperatures shall not exceed the manufacturer's calculated values and shall not exceed the manufacturer's declared maximum withstand temperature.

5.2.13.2.5 Embedded heating

For trace heaters or surface heaters intended for embedded applications, such as snow melting of concrete slabs, a test fixture consisting of formed concrete with dimensions of

1 m × 1 m × 90 mm shall be constructed. The fixture shall include one control joint across the width, and shall contain no reinforcing steel. If the intended applications do not include concrete, then a similar fixture shall be constructed using representative materials.

The trace heater or surface heater shall be installed according to the product installation instructions, using minimum allowable spacing and maximum watt density. The trace heater or surface heater shall be made to cross over itself if not prohibited by the instructions. Thermocouples shall be installed in the embedding media between two successive heating device passes, on the trace heater or surface heater sheath in the centre of the fixture, at the cross-over point if applicable, and on the sheath of the trace heater or surface heater where it exits the substrate. Thermocouples shall also be located at any other anticipated hot spots at the discretion of the testing body. If specified for the application, a covering of specified insulating material shall be placed over the substrate.

The fixture shall be placed in an environmental chamber on 50 mm of rigid thermal insulation. The environmental chamber ambient shall be raised to the maximum specified ambient temperature. The highest sheath temperature shall be recorded after the system reaches normal operating conditions.

The measured sheath temperatures shall not exceed manufacturer's calculated value and shall not exceed the manufacturer's declared maximum withstand temperature.

5.2.13.2.6 Trace heating internal to conduit and piping

For trace heaters or surface heaters intended for installation internal to conduit and piping, the test fixture shall consist of a 3 m horizontal run and a 1,5 m vertical run of conduit or pipe of a size representative for the application. The trace heater or surface heater shall be made to cross over itself if not prohibited by the instructions. Thermocouples shall be used to monitor the trace heater or surface heater sheath temperature, the cross-over point if applicable, the temperature of the connections, and the conduit or pipe temperature. Thermocouples shall also be located at any other anticipated hot spots at the discretion of the testing body.

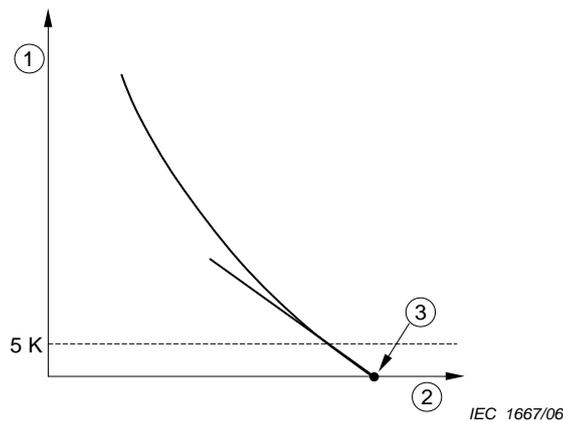
The fixture shall be placed in an environmental chamber, and the chamber ambient shall be raised to the maximum specified temperature. The highest sheath temperature shall be recorded after the system reaches normal operating conditions.

The measured sheath temperatures shall not exceed manufacturer's calculated values and shall not exceed the manufacturer's declared maximum withstand temperature.

5.2.13.3 Product approach

A sample of trace heater at least 1,5 m in length is placed loosely coiled in an oven. For surface heaters, a representative sample is placed horizontally in the oven. The sample shall be within the upper half of the trace heater's thermal output tolerance, or the data shall be adjusted to reflect the upper limit of the power output tolerance.

Representative thermocouples shall be used to monitor sample sheath temperatures and shall be placed 500 mm from each end. One additional thermocouple is used to monitor the temperature within the oven. The trace heater shall be energized at 110 % of rated voltage. The oven ambient temperature shall be raised from ambient temperature in increments no greater than 15 K. Sufficient time shall be permitted at each temperature to allow for the oven temperature and the trace heater or surface heater sheath temperature to stabilize and attain thermal equilibrium. Oven and trace heater or surface heater sheath temperatures shall be recorded at each successive level until the difference (ΔT) between the two is 5 K or less. A curve shall be drawn from the test data, and a straight line drawn tangentially to the curve at the 5 K temperature difference point and extended to 0 K. The temperature read at this intercept shall be taken as the maximum sheath temperature, as shown in Figure 11.



Key

- 1 Sample temperature minus oven air temperature ($T_s - T_0$), K
- 2 Oven temperature (T_0), °C
- 3 Recorded value of T_s , °C

Figure 11 – Maximum sheath temperature using the product approach

5.2.14 Verification of start-up current

The start-up current of the trace heater or surface heater shall be measured as a function of the minimum ambient temperature as designated by the manufacturer. A sample of trace heater, at least 1 m in length, shall be installed in accordance with the manufacturer’s instructions on a minimum 50 mm diameter liquid-filled steel pipe or solid rod, or for surface heaters a flat metal heat sink. The data shall be adjusted to reflect the upper limit of the power output tolerance, by multiplying the test values by the ratio of the maximum output tolerance level for the sample to the actual power output for the sample.

The testing apparatus shall be completely covered with thermal insulation and conditioned at the minimum ambient temperature for at least 4 h.

NOTE The apparatus described in 5.2.10 can be used for this test.

After the conditioning period, rated voltage shall be applied and the time/r.m.s. current characteristic shall be recorded from time 0 to 300 s. The start-up current recorded shall be the highest current response of three samples. This time-current characteristic shall not be more than the value declared by the manufacturer.

5.2.15 Verification of the electrical resistance of the electrically conductive covering

The electrical resistance of the metallic braid, sheath or other electrically conductive covering shall be measured at 10 °C to 40 °C, of at least a 3 m length of trace heater or a representative sample of a surface heater. The resistance shall be equal to, or less than, the manufacturer’s declared value. Additional consideration shall be applied by the testing body for evaluation of equivalent materials other than metallic braid or sheath.

5.2.16 Strain relief test for connections (terminations)

Connections designed to terminate the exposed power leads of trace heaters or surface heaters directly to exposed enclosures shall be subjected to strain relief testing. One sample of each connection that provides strain relief shall be subjected to the test. The specimens will consist of at least 300 mm of trace heater attached to the subject fitting according to the manufacturer’s instructions. A steady load of 9 kg for conductors smaller than 0,81 mm² and 16 kg for all other cases is to be gradually applied between the trace heater or surface heater and the fitting. The load shall be maintained for a period of 1 min. As a result of this test, the power leads of the trace heater or surface heater shall not loosen or separate by more than

1 mm from the fitting when measured after removal of the load, and there shall be no visual damage to the conductors, insulation, or fitting.

5.3 Type tests – Additional tests for outdoor exposed surface heating installations without thermal insulation

5.3.1 Verification of rated output

The rated output of the trace heater or surface heater shall be verified by the procedure described in 5.2.10.3.3.

5.3.2 Determination of maximum sheath temperature

The maximum sheath temperatures of the trace heater or surface heater shall be verified by the procedure described in 5.2.13.2.4.

5.3.3 Increased moisture resistance test

A minimum 3 m sample of trace heater or a representative surface heater, complete with any integral connections and end terminations, shall be immersed in water at 10 °C to 25 °C for a period of 2 000 h (12 weeks).

After conditioning as above, the sample shall be tested using the dielectric test, 5.2.1, and shall withstand this for 1 min without dielectric breakdown. The same sample shall then be tested using the electrical insulation resistance test, 5.2.2, and the measured value shall not be less than 50 MΩ.

5.3.4 UV test

A sample of trace heater approximately 300 mm long, or a representative sample of a surface heater, shall be exposed to a source of a xenon arc light as described in Procedure B of IEC 60068-2-5.

The samples are exposed to xenon arc radiation for 20 days. The cycle shall be set for 20 h of light and 4 h of darkness. At the end of this time, the sample(s) shall be removed from the test apparatus and tested using the cold bend test, 5.2.7.

Trace heaters or surface heaters having a continuous metal sheath with no outer jacket shall be exempt from this test.

5.3.5 Resistance to cutting test

A sample of trace heater or surface heater, at least 200 mm in long, shall be tested. The sample shall be placed on top of a rigid flat steel support. A metal cutting edge with a 0,25 mm radius shall be mounted above the sample such that the cutting edge is at a right angle to the sample. An ohmmeter shall be attached to the trace heater or surface heater conductors shorted together and to the metal cutting edge.

A proof load of 445 N is to be gradually applied to the cutting edge as it impinges on the sample. The ohmmeter shall be used to verify that the cutting edge shall not cut through the insulation and make contact with the conductors of the trace heater or surface heater.

5.3.6 Abrasion test

Six samples of trace heater, approximately 1 m in length, shall be tested. The electrical resistance of the metallic sheath, braid, screen or equivalent electrically conductive covering of each of the samples shall be measured with an ohmmeter having an accuracy of $\pm 1\%$. The average initial resistance shall be calculated.

The samples shall be placed in the abrasion test apparatus shown in Figure 12. One end of each of the samples shall be attached to a horizontal reciprocating table and the other end of each sample shall be attached to a mass of 340 g. Each sample shall be laid over a 90 mm radius cylinder positioned at the end of the table and covered with an unused layer of grade 1/2 (medium) emery cloth, or 120 grit silicon carbide/resin bond abrasive paper. The longitudinal axis of the cylinder shall be horizontal and perpendicular to each of the samples.

The table shall commence reciprocating at a rate of approximately 30 cycles per minute. Each cycle shall consist of one complete back-and-forth motion with a stroke of approximately 160 mm. The table shall be stopped every 50 cycles and the abrasive material shall be repositioned or replaced so that all the samples shall be subject to abrasion by a fresh surface of the abrasive material in subsequent cycles. After 2 500 cycles, the test shall be stopped and the resistance of the conductive braid or sheath of each of the samples shall be measured again. The average resistance shall be calculated and compared to the initial average value. The final average resistance value shall not exceed 125 % of the initial average value. Also, if the samples are overjacketed, the underlying conductive braid or sheath shall not have become exposed.

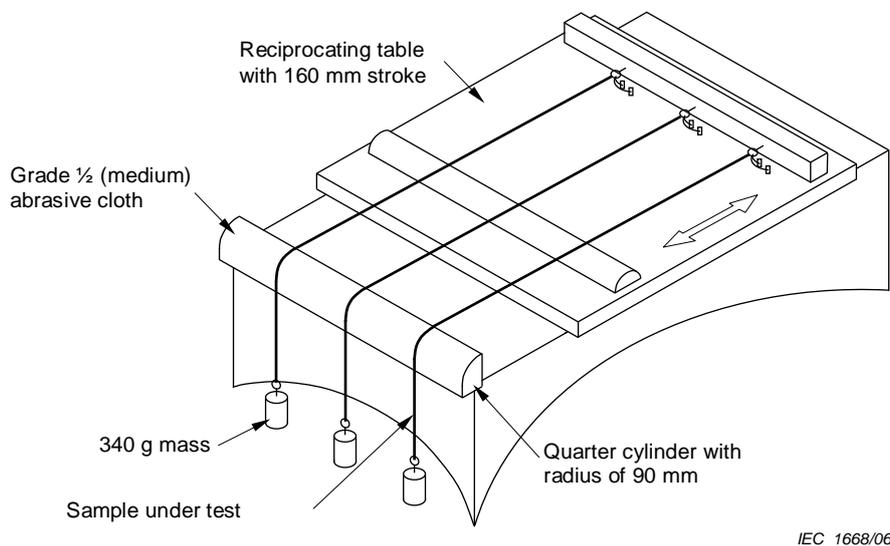


Figure 12 – Abrasion test

5.3.7 Tension test

A 30 kg mass, or a mass sufficient to impose the manufacturer's stated maximum tensile value, whichever is greater, shall be suspended from the free end of the heating section of a 1 m long sample for 1 h, with the other end of the sample secured tightly. There shall be no breakage of the conductors or braid and there shall be no visual damage to the insulation (except in the areas where the sample was secured).

5.3.8 Rail system voltage spike test

Rail heating systems are routinely subjected to voltage spikes stemming from the voltage supply. For trace heaters or surface heaters intended for applications on outdoor metal structures, such as the de-icing of rails, a sample of trace heater at least 2 m in length, or a representative surface heater, shall be subjected to 1 000 cycles of 5 000 V impulses. Each impulse should have a 1,2 μ s rise time and a 50 μ s fall time. The sample shall then pass the requirements of 5.2.1 and 5.2.2.

5.3.9 Rail system over-voltage test

Some rail heating systems can experience increased voltage conditions for extended periods. For trace heaters or surface heaters intended for applications on outdoor metal structures, such as the de-icing of rails, a sample of trace heater at least 2 m in length, or a representative surface heater, shall be selected. The sample shall be installed on a representative mounting surface with expansion loops (if applicable) along with any accessories in accordance with the manufacturer's installation instructions. The surrounding ambient air shall be maintained at the maximum stated ambient temperature for the system.

A voltage of 1,25 times the nominal operating voltage shall be applied for one hour. The sample shall then pass the requirements of 5.2.1 and 5.2.2.

5.4 Type tests – Additional tests and test modifications for embedded heating applications

5.4.1 Verification of rated output

The rated output of the trace heater or surface heater shall be verified by the procedure described in 5.2.10.3.4.

5.4.2 Determination of maximum sheath temperature

The maximum sheath temperatures of the trace heater or surface heater shall be verified by the procedure described in 5.2.13.2.5.

5.4.3 Resistance to cutting test

The heater's resistance to cutting shall be verified by the test described in 5.3.5.

5.4.4 Flammability test

Trace heaters, surface heaters and components intended for embedded applications, such as snow melting of concrete slabs, which are required to be fully embedded, may be exempted from the flammability test of 5.2.3.

5.5 Type tests – Additional tests for applications of trace heating internal to conduit and piping

5.5.1 Verification of rated output

The rated output of the trace heater or surface heater shall be verified by the procedure described in 5.2.10.3.5.

5.5.2 Determination of maximum sheath temperature

The maximum sheath temperatures of the trace heater or surface heater shall be verified by the procedure described in 5.2.13.2.6.

5.5.3 Increased moisture resistance test

5.5.3.1 Non-pressurized systems

Trace heaters, surface heaters and components intended for use in non-pressurized systems shall be subjected to the test described in 5.3.3.

5.5.3.2 Pressurized systems

NOTE Equipment intended to be in contact with potable water can be subject to regional and national requirements that are outside the scope of this standard.

Trace heaters, surface heaters and components intended for use in pressurized systems shall be subjected to the following increased moisture resistance test.

A sample of trace heater with integral components (at least 3 m in length for trace heaters) shall be immersed in water at 10 °C to 25 °C, or at the manufacturer's declared maximum maintain temperature if higher, and pressurized for a period of 2 000 h (12 weeks). The pressure shall be at the manufacturer's declared pressure rating plus 20 %.

After conditioning as above, the sample shall be subjected to the tests outlined in 5.2.1 and 5.2.2. In addition, there shall be no evidence of water ingress for any of the components.

5.5.4 Pull-strength test

A 68 kg mass, or a mass sufficient to apply the manufacturer's stated maximum conduit pull strength value, shall be suspended from the free end of a 1 m long sample for 1 min with the other end of the sample secured tightly. The mass shall then be removed, and the sample shall be tested using the dielectric test, 5.2.1, and shall withstand this for 1 min without dielectric breakdown. Also, there shall be no breakage of the conductors or braid and there shall be no visual damage to the insulation (except in the areas where the sample was secured).

5.6 Type tests – Additional requirements for sprinkler systems

5.6.1 Normal and abnormal operation test

These tests are only applicable to trace heating systems intended for use on sprinkler systems.

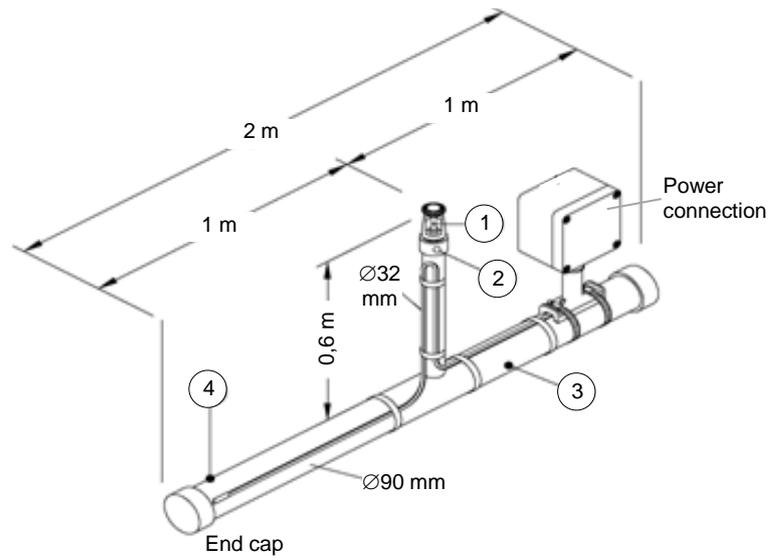
The trace heater or surface heater and its associated components shall meet all the applicable type tests in 5.2. In addition, they shall pass the following normal and abnormal operation tests to validate their use. Temperature control, as stipulated in 4.4.1, shall be included.

5.6.2 Normal operation test

The trace heating equipment installed onto the piping arrangement is to be powered in accordance with the manufacturer's instruction and the temperatures measured to determine that when installed as intended on a sprinkler system branch line and supply pipe configuration as specified, the trace heater or surface heater shall maintain pipe surface temperatures of not less than 4 °C nor greater than 38 °C.

The trace heater or surface heater shall be installed onto the piping arrangements shown in Figures 13 (or Figure 14) and Figure 15. Figure 14 shows an alternative arrangement to Figure 13. Instead of the test rig having 3 m of pipe with an outside diameter of 90 mm (or closest nominal size) and two sprigs (one arranged 'sprig up' and one arranged 'sprig down'), the piping arrangement shown in Figure 14 may be used. This consists of 2 m of pipe with an outside diameter of 90 mm (or closest nominal size) and a single sprig. The sprig shall be vertically down for the test conducted at the minimum ambient temperature, described in item a) below and shall be vertically up for the test as described in item b) below. Schedule 40 (or equivalent) steel piping shall be used to construct the piping arrangements. If the manufacturer references the use of the trace heater or surface heater with non-metallic piping materials such as plastic, testing using the piping arrangement described in Figure 13 (or Figure 14) shall be conducted with each piping material. Note that trace heating systems intended only for sprinkler system mains and supply lines (and not branch lines containing sprinkler heads) are only subjected to the piping arrangement referenced in Figure 15.

The trace heating system, including the thermal insulation, shall be installed in accordance with the manufacturer's installation instructions, including the installation of the trace heating at the closest permitted distance to the sprinklers shown in Figure 13 (or Figure 14).

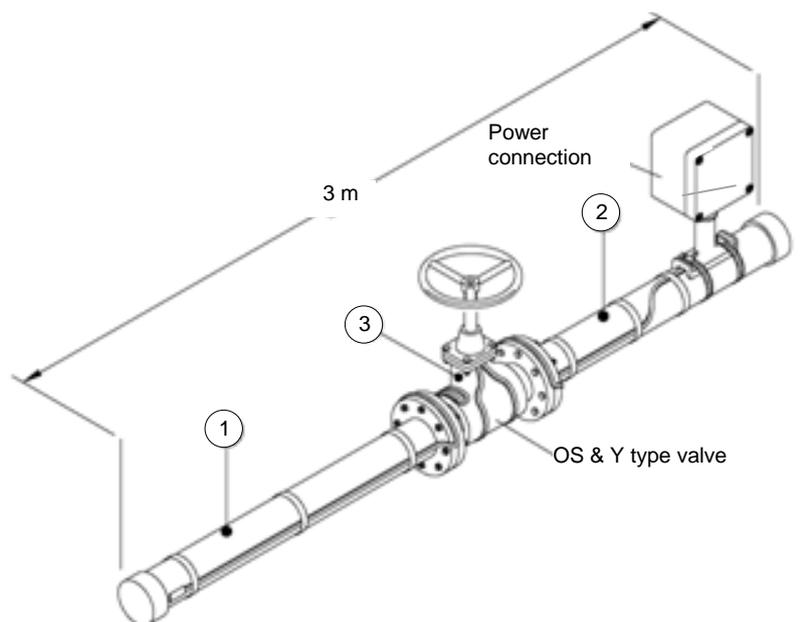


IEC 2225/13

Key Location of thermocouples

- 1 At sprinkler head
- 2 On 32 mm outside diameter sprig pipe adjacent to sprinkler head
- 3 On 90 mm outside diameter branch pipe approx. 0,3 m from sprig
- 4 On 90 mm outside diameter branch pipe approx. 0,9 m from sprig

Figure 14 – Sprinkler system temperature control test – branch line – alternative arrangement



IEC 2226/13

Key Location of thermocouples

- 1 On 110 mm outside diameter pipe approximately 1 m from valve flange
- 2 On 110 mm outside diameter pipe approximately 0,5 m from valve flange
- 3 On body of OS&Y (outside screw and yoke) valve, away from heater sample

Figure 15 – Sprinkler system temperature control test – supply pipe arrangement

5.6.3 Abnormal operation test

When installed as intended on a sprinkler system branch line as specified below, with the primary temperature controls disabled, pipe surface temperatures shall not exceed 55 °C, or 8 °C less than the minimum temperature rating of the sprinklers intended to be used with the system, whichever is less.

NOTE This can be achieved by the use of a separate high-temperature limit controller to de-energize the trace heater with automatic reset and annunciation.

The trace heating system including insulation shall be installed onto the sprinkler branch line as specified in Figure 13 (or Figure 14 with 'sprig up'). For spiral wrapped trace heaters use 120 % of the trace heater length specified by the manufacturer for those spiralled sections.

Thermocouples shall be installed to measure the pipe surface temperatures as specified in Figure 13 (or Figure 14). With the primary temperature control disabled and the trace heating system operated at 110 % of the rated voltage, the test arrangement is to be installed in a conditioning chamber with the sprinkler outlets in a vertical plane. The test sample is to be exposed to an ambient temperature of 35 ± 2 °C with the sample exposed to an air movement of not more than 2 m/s.

5.7 Routine tests

5.7.1 Dielectric test

The primary electrical insulation jacket of the trace heater or surface heater shall withstand a dry-spark test at a minimum of 6 000 V a.c. The dry-spark test shall have a substantially sinusoidal waveform at 2 500 Hz to 3 500 Hz. For a 3 000 Hz supply, the speed of the product in meters per second shall not be more than 3,3 times the length of the electrode in centimetres; this requirement is proportional to frequency.

As an alternative to the dry-spark test, the dielectric tests in 5.2.1 shall be conducted (except that the test voltage is to be maintained for 1 s instead of 1 min).

After the application of a metallic covering, metallic braid, or other equivalent electrically conductive material, earth plane, or continuous metal sheath, the heating device shall have the dielectric test described in 5.2.1 conducted (except that the test voltage is to be maintained for 1 s instead of 1 min). Non-metallic overjackets shall withstand an additional dry-spark test with a minimum test voltage of 3 000 V a.c. As an alternative to the dry-spark test, the dielectric tests in 5.2.1 shall be conducted (except that the test voltage is to be maintained for 1 s instead of 1 min).

5.7.2 Verification of rated output

The output rating for each manufactured length of parallel trace heater shall be verified for linearity of power output through continuous or statistical test methods. The power output rating for each length of series resistance trace heater product or fixed resistive heater shall be verified by measurement of the d.c. resistance, conductance or current at a given temperature. The test measurement criteria shall be established or correlated to the output verification test specified in 5.2.10. The measured power output shall be within the manufacturer's declared tolerances.

6 Marking

6.1 General

All the markings specified in IEC 60519-1 that are applicable to trace heating are included in the following requirements.

6.2 Product markings

Trace heaters, surface heaters and field-assembled components shall be clearly and permanently surface-marked in accordance with Table 2 or shall have a durable tag/label.

For trace heaters or surface heaters with factory-fabricated terminations, or components with small surface areas or surfaces where legible printing cannot be applied, the markings shall be placed on a durable tag/label permanently affixed within 75 mm of the power connection fitting/gland or smallest unit container instead of on the component itself.

Table 2 – Product marking

MARKING INFORMATION	PRODUCT TYPE	
	TRACE HEATING EQUIPMENT	FIELD ASSEMBLED COMPONENTS (except integral components) ⁽¹⁾
Manufacturer, trademark, or other recognized symbol of identification.	YES	YES
Manufacturers catalogue number, reference number or model, so that the suitable applications such as outdoor locations, wet locations, sprinkler systems and internal tracing in potable water are traceable to product installation instructions and/or data sheets.	YES	YES
Month and year of manufacture, date coding, applicable serial number, or equivalent.	YES	YES
Rated voltage.	YES	
The rated power output per unit length or unit surface area at the corresponding rated voltage (and at a stated reference temperature for devices that change output with temperature), or the resistance in ohms for unit length for series trace heater, or the operating current or total wattage as applicable.	YES	
Trace heating equipment qualified for outdoor locations, wet locations, potable water and sprinkler systems is permitted to be so marked on the trace heating equipment.	YES	YES
Applicable environmental requirements, such as IP (ingress protection) ratings, and area use requirements.		YES
(1) Other markings may apply for non-integral components.		

7 Installation instructions

The manufacturer shall provide product specific installation instructions for trace heaters, or surface heaters and components. Instructions for various components and trace heaters or surface heaters may be combined where termination and installation instructions are identical. The instructions shall be clearly identified as to the products and locations that apply, and shall include the following information, or equivalent:

- a) the intended use(s) as listed in Clause 1, either by general application type or by specific listed application (or similar application);
- b) the statement “Suitable for use with” (or equivalent) and a listing of applicable trace heaters or surface heater, or a listing of applicable connection fittings, as applicable;
- c) the statement “Earth-fault equipment protection is required for each circuit”;
- d) the statement “De-energize all power circuits before installation or servicing”;
- e) the statement “Keep ends of trace heaters (or surface heaters – as applicable) and kit components dry before and during installation”;
- f) for trace heaters investigated for reduced levels of impact and/or deformation, the statement “Caution: Only use in areas subject to low risk of mechanical damage”;

- g) for trace heaters and surface heaters supplied with integral additional mechanical protection, (see 4.1), add the following statement in the instructions: “This mechanical covering shall not be removed and the trace heater or surface heater shall not be operated without the mechanical protection in place”;
- h) for trace heaters or surface heaters, an applicable statement to indicate that the metal sheath, braid, screen or equivalent electrically conductive covering of the trace heater shall be connected to an earth terminal;
- i) for pipe or vessel applications, the statement “The presence of the trace heating equipment shall be made evident by the posting of caution signs or markings at appropriate locations and/or at frequent intervals along the circuit”;
- j) for outdoor de-icing and snow melting applications, the statement “The presence of the trace heating equipment shall be made evident by the posting of caution signs or marking where clearly visible”;
- k) the statements “Persons involved in the installation and testing of electrical trace heating systems shall be suitably trained in all special techniques required. Installations are intended to be carried out under the supervision of a qualified person.”;
- l) for use with sprinkler systems, the statement “The alarm output shall be connected to and monitored by the fire detection alarm system.”;
- m) for use with sprinkler systems, the instructions shall indicate that the system installation shall comply with the obstruction requirements of local codes and standards (e.g. NFPA 13 [3]) such that thermal insulation over the trace heating does not unacceptably obstruct the sprinkler or cover the wrench boss. The instructions for upright sprinklers shall include the information in IEC 62395-2:2013, 4.6.3, items e), f) and g) including reference to Figure 7 of IEC 62395-2:2013;
- n) the instructions shall indicate that sprinkler systems provided with trace heating shall be properly grounded;
- o) for use with sprinkler systems, the statement “Trace heating systems for fire sprinkler systems shall be permanently connected to the power supply”.
- p) for use with sprinkler systems, the statement “The design and monitoring of trace heating systems for fire sprinkler systems shall be in accordance with IEC 62395-1 and IEC 62395-2”;
- q) for use with sprinkler systems, the statement “If backup power is being provided for the building electrical systems, it shall also provide backup power supply for the trace heating system”;
- r) for use with sprinkler systems, the intended application(s) shall be indicated, i.e. “for supply piping only” or “for supply piping and branch lines including sprinkler heads”;
- s) for use with sprinkler systems, the minimum ambient temperature rating shall be indicated.

Bibliography

- [1] IEC 60050 (all parts), *International Electrotechnical Vocabulary* (available at <<http://www.electropedia.org>>)
 - [2] IEC/IEEE 60079-30-1³, *Electrical apparatus for explosive atmospheres – Electrical resistance trace heating – Part 1: General and testing requirements*
 - [3] NFPA 13, *Standard for the installation of Sprinkler systems*
-

³ Under consideration.

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS.....	48
INTRODUCTION.....	50
1 Domaine d'application	51
2 Références normatives.....	52
3 Termes et définitions	52
4 Exigences générales	57
4.1 Généralités.....	57
4.2 Revêtement électriquement conducteur.....	58
4.3 Exigences de protection électrique applicables aux circuits terminaux.....	58
4.4 Exigences de température	58
4.4.1 Généralités.....	58
4.4.2 Conception stabilisée	58
4.4.3 Conception contrôlée.....	58
5 Essais	58
5.1 Essais de type – Généralités	58
5.2 Essais de type – Toutes les applications	59
5.2.1 Essai diélectrique	59
5.2.2 Essai de la résistance d'isolement électrique.....	60
5.2.3 Essai d'inflammabilité	60
5.2.4 Essai de tenue aux chocs à température ambiante	62
5.2.5 Essai de tenue aux chocs à température minimale	63
5.2.6 Essai de déformation.....	65
5.2.7 Essai de pliage à froid	65
5.2.8 Essai de résistance à l'eau	66
5.2.9 Essai de résistance à l'eau des composants intégrés	66
5.2.10 Vérification de la puissance assignée	67
5.2.11 Stabilité thermique des matériaux d'isolation électrique	70
5.2.12 Essai des performances thermiques des résistances de traçage en parallèle	70
5.2.13 Détermination de la température de gaine maximale.....	72
5.2.14 Vérification du courant de démarrage	79
5.2.15 Vérification de la résistance électrique du revêtement électriquement conducteur	80
5.2.16 Essai de décharge de traction des connexions (terminaisons)	80
5.3 Essais de type – Essais complémentaires pour les installations de chauffage en surface exposées à l'extérieur sans isolation thermique.....	80
5.3.1 Vérification de la puissance assignée	80
5.3.2 Détermination de la température de gaine maximale.....	80
5.3.3 Essai de résistance à l'humidité accrue	80
5.3.4 Essai aux UV.....	81
5.3.5 Essai de résistance à la coupe	81
5.3.6 Essai d'abrasion	81
5.3.7 Essai de traction.....	82
5.3.8 Essai des pics de tension d'un système ferroviaire	82
5.3.9 Essai de surtension d'un système ferroviaire	82
5.4 Essais de type – Essais complémentaires et essais modifiés pour les applications de chauffage intégré	83

5.4.1	Vérification de la puissance assignée	83
5.4.2	Détermination de la température de gaine maximale.....	83
5.4.3	Essai de résistance à la coupe	83
5.4.4	Essai d'inflammabilité	83
5.5	Essais de type – Essais complémentaires pour les applications de systèmes de traçage à l'intérieur des conduits et des tuyaux	83
5.5.1	Vérification de la puissance assignée	83
5.5.2	Détermination de la température de gaine maximale.....	83
5.5.3	Essai de résistance à l'humidité accrue	83
5.5.4	Essai de force de traction	84
5.6	Essais de type – Exigences supplémentaires pour les installations d'arrosage	84
5.6.1	Essai en fonctionnement normal et anormal	84
5.6.2	Essai en fonctionnement normal	84
5.6.3	Essai en fonctionnement anormal	87
5.7	Essais individuels de série	87
5.7.1	Essai diélectrique	87
5.7.2	Vérification de la puissance assignée	87
6	Marquage	88
6.1	Généralités.....	88
6.2	Marquages de produits	88
7	Instructions d'installation	88
	Bibliographie.....	91
	Figure 1 – Essai d'inflammabilité.....	61
	Figure 2 – Essai de tenue aux chocs à température ambiante.....	62
	Figure 3 – Exemple d'appareil d'essai de tenue aux chocs à température ambiante.....	63
	Figure 4 – Exemple d'appareil d'essai de tenue aux chocs à température minimale	64
	Figure 5 – Essai de pliage à froid.....	66
	Figure 6 – Essai de résistance à l'humidité	67
	Figure 7 – Vérification de la puissance assignée.....	69
	Figure 8 – Système de tuyauterie.....	74
	Figure 9 – Plaque de fixation	75
	Figure 10 – Plaque de fixation, le contact entre les résistances de traçage étant autorisé	76
	Figure 11 – Température de gaine maximale déterminée à l'aide de la théorie des produits	79
	Figure 12 – Essai d'abrasion.....	82
	Figure 13 – Essai de contrôle de la température d'une installation d'arrosage – montage de dérivation	85
	Figure 14 – Essai de contrôle de la température d'une installation d'arrosage – autre montage de dérivation	86
	Figure 15 – Essai de contrôle de la température d'une installation d'arrosage – montage d'alimentation	86
	Tableau 1 – Tensions d'essai pour l'essai diélectrique	59
	Tableau 2 – Marquage des produits	88

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

SYSTÈMES DE TRAÇAGE PAR RÉSISTANCE ÉLECTRIQUE POUR APPLICATIONS INDUSTRIELLES ET COMMERCIALES –

Partie 1: Exigences générales et d'essai

AVANT-PROPOS

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

La Norme internationale CEI 62395-1 a été établie par le comité d'études 27 de la CEI: Chauffage électrique industriel et traitement électromagnétique.

Cette deuxième édition annule et remplace l'édition précédente publiée en 2006 et constitue une révision technique.

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

- Ajout d'essais pour le traçage sur les installations d'arrosage;

- Modification de l'essai d'inflammabilité en vue d'une adaptation à la dernière version de la future norme CEI/IEEE 60079-30-1¹;
- Ajout d'un essai supplémentaire permettant de vérifier la température de gaine à l'aide d'un système de traçage monté sur une plaque de fixation.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
27/926/FDIS	27/935/RVD

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

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

Une liste de toutes les parties de la série CEI 62395, publiées sous le titre général *Systèmes de traçage par résistance électrique pour applications industrielles et commerciales*, peut être consultée sur le site web de la CEI.

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de la CEI sous "<http://webstore.iec.ch>" dans les données relatives à la publication recherchée. À cette date, la publication sera

- reconduite,
- supprimée,
- remplacée par une édition révisée, ou
- amendée.

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

¹ A l'étude.

INTRODUCTION

La CEI 62395-1 fournit les exigences essentielles et les essais appropriés au matériel de traçage par résistance électrique utilisé dans des applications industrielles et commerciales. Alors qu'une partie de ce travail existe déjà sous forme de normes nationales ou internationales, cette norme a collationné la plupart des travaux existants tout en y introduisant un apport considérable.

La CEI 62395-2 fournit des recommandations détaillées pour la conception, l'installation et l'entretien des systèmes de traçage électrique dans des applications industrielles et commerciales.

L'objectif de la CEI 62395 consiste en ce qu'en utilisation normale, les systèmes de traçage électrique fonctionnent en toute sécurité dans les conditions d'utilisation définies:

- a) en employant des résistances de construction appropriée et en répondant aux critères d'essai détaillés dans la CEI 62395-1. La construction comprend une gaine métallique, une tresse de métal, un écran métallique ou un revêtement électriquement conducteur équivalent;
- b) en fonctionnant à des températures sûres quand ils sont conçus, installés et entretenus conformément à la CEI 62395-2;
- c) en possédant au moins les niveaux minimaux de protection contre les surintensités et les défauts à la terre recommandés dans la CEI 62395-1 et la CEI 62395-2.

SYSTÈMES DE TRAÇAGE PAR RÉSISTANCE ÉLECTRIQUE POUR APPLICATIONS INDUSTRIELLES ET COMMERCIALES –

Partie 1: Exigences générales et d'essai

1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 62395 spécifie les exigences relatives aux systèmes de traçage par résistance électrique et comprend les exigences générales d'essai.

La présente norme traite de systèmes de traçage qui peuvent comprendre soit des unités fabriquées en usine, soit des unités assemblées sur site (chantier), et qui peuvent être des résistances de traçage en série et en parallèle ou des résistances en surface (bandes de traçage et panneaux de traçage) qui ont été assemblées et/ou équipées de terminaisons conformément aux instructions du fabricant.

La présente norme comprend aussi des exigences concernant les ensembles de terminaisons et les méthodes de commande utilisés avec les systèmes de traçage.

La présente norme fournit les exigences essentielles et les essais appropriés au matériel de traçage par résistance électrique utilisé dans des applications industrielles et commerciales. Les produits certifiés selon la présente norme sont destinés à être installés par des personnes convenablement formées aux techniques nécessaires. Seul ce personnel formé réalise les travaux particulièrement critiques tels que l'installation de connexions et de terminaisons. Les installations sont destinées à être réalisées sous le contrôle d'une personne qualifiée ayant suivi une formation supplémentaire sur les systèmes de traçage électrique.

La présente norme ne comprend ni ne prévoit d'applications dans des atmosphères potentiellement explosives.

La présente norme ne couvre pas le chauffage par induction, impédance ou effet de peau.

Les systèmes de traçage peuvent être regroupés selon différents types d'application et les différentes conditions rencontrées pendant et après l'installation nécessitent des exigences d'essai différentes. Les systèmes de traçage sont habituellement certifiés pour un type spécifique d'installation ou d'application. Les applications usuelles des différents types d'installation comprennent, mais sans s'y limiter:

- a) les installations de traçage pour le chauffage en surface des tuyaux, cuves et matériels associés, dont les applications comprennent:
 - la protection contre le gel et le maintien de la température;
 - les conduites d'eau chaude;
 - les conduites de pétrole et de produits chimiques;
 - les tuyauteries du réseau d'alimentation des installations d'arrosage;
- b) les installations de traçage en zone exposée à l'extérieur, dont les applications comprennent:
 - le dégivrage des toits;
 - le dégivrage des gouttières et des tuyaux de descente pluviale;
 - les puisards et les drains;

- le chauffage des rails²;
- c) les installations avec système de traçage intégré, dont les applications comprennent:
 - la fonte de la neige;
 - la protection des chaussées contre le gel;
 - le chauffage des sols;
 - les systèmes de stockage de l'énergie;
 - les encadrements de portes;
- d) les installations du système de traçage à l'intérieur de conduits et de tuyauteries, dont les applications comprennent:
 - la fonte de la neige – en conduit;
 - la protection des chaussées contre le gel – en conduit;
 - le chauffage des sols – en conduit;
 - les systèmes de stockage de l'énergie – en conduit;
 - le traçage interne pour la protection contre le gel des conduites d'eau potable;
 - les drains et passages couverts enfermés.

2 Références normatives

Les documents suivants sont cités en référence de manière normative, en intégralité ou en partie, dans le présent document et sont indispensables pour son application. 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).

CEI 60068-2-5, *Essais d'environnement – Partie 2-5: Essais – Essai Sa: Rayonnement solaire simulé au niveau du sol et guide pour les essais de rayonnement solaire*

CEI 60519-1, *Sécurité dans les installations électrothermiques – Partie 1: Exigences générales*

CEI 60519-10, *Sécurité dans les installations électrothermiques – Partie 10: Règles particulières pour les systèmes de chauffage par traçage à résistance électrique pour applications industrielles et commerciales*

CEI 62395-2:2013, *Systèmes de traçage par résistance électrique pour applications industrielles et commerciales – Partie 2: Guide d'application pour la conception, l'installation et la maintenance du système*

ASTM D 5025-05, *Standard Specification for Laboratory Burner Used for Small-Scale Burning Tests on Plastic Materials* (disponible en anglais seulement)

ASTM D 5207-09, *Standard Practice for Confirmation of 20-mm (50-W) and 125-mm (500-W) Test Flames for Small-Scale Burning Tests on Plastic Materials* (disponible en anglais seulement)

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions de la CEI 60519-10, ainsi que les suivants s'appliquent.

² Une évaluation ultérieure peut être nécessaire pour traiter les conditions particulières de l'application, telles que les fluctuations en tension imposée et en pics de tension.

NOTE 1 Les définitions générales sont données dans la CEI 60050, Vocabulaire Electrotechnique International. Les termes relatifs à l'électrothermie industrielle sont définis dans la CEI 60050-841.

NOTE 2 Les termes définis dans le présent article sont utilisés dans la CEI 62395-1 et la CEI 62395-2.

3.1

température ambiante

température qui règne autour de l'objet à l'étude

Note 1 à l'article: Si les résistances de traçage ou les résistances en surface sont enfermées dans une isolation thermique, la température ambiante est la température extérieure à cette isolation thermique.

3.1.1

température ambiante maximale

température ambiante la plus élevée spécifiée

3.1.2

température ambiante minimale

température ambiante la plus faible spécifiée

Note 1 à l'article: Les calculs de perte de chaleur de la CEI 62395-2 reposent sur la température ambiante minimale.

3.2

circuit terminal

partie du câblage située entre le dispositif de protection du circuit contre les surintensités et la ou les résistances de traçage/en surface

3.3

connexion froide

conducteur(s) isolé(s) électriquement utilisé(s) pour raccorder une résistance de traçage ou une résistance en surface au circuit terminal et conçu(s) pour ne produire aucune chaleur significative

3.4

connexion

terminaison ou jonction utilisée pour fixer des résistances de traçage ou des résistances en surface au câblage d'alimentation ou pour relier des sections de ces dispositifs

3.5

tronçon mort

segment de tuyau séparé du schéma de circulation normal afin de fournir une référence de perte de chaleur

3.6

charge théorique

puissance minimale qui satisfera aux exigences de conception, dans les conditions, après prise en compte des tolérances de tension et de résistance ainsi que des facteurs de sécurité appropriés

3.7

revêtement électriquement conducteur

gaine métallique, tresse de métal ou matériau électriquement conducteur

3.8

connecteur d'extrémité

borne susceptible de produire de la chaleur, appliquée à l'extrémité d'une résistance de traçage du côté opposé à l'alimentation

[SOURCE: CEI 60050-426:2008, 426-20-04]

3.9

unité fabriquée en usine

unité ou ensemble de résistance de traçage ou de résistance en surface, y compris les terminaisons et connexions nécessaires, assemblés par le fabricant

3.10

unité assemblée sur site

résistances de traçage ou résistances en surface livrées non terminées avec les composants terminaux à assembler sur le chantier

3.11

perte de chaleur

flux d'énergie émanant d'un tuyau, d'une cuve ou d'un équipement et se dissipant dans son environnement

3.12

dissipateur thermique

pièce servant à évacuer la chaleur d'un objet par conduction et dissipation

Note 1 à l'article: Les dissipateurs thermiques types sont les épanouissements de tuyaux, les supports de tuyaux et des éléments de masse élevée tels que les actionneurs de vanne ou les corps de pompe.

3.13

aides au transfert de chaleur

matériaux thermiquement conducteurs, tels que des feuilles métalliques ou des composants de transfert de chaleur, utilisés pour améliorer le rendement de transfert de chaleur entre les résistances de traçage ou les résistances en surface et la pièce à traiter

3.14

bande de traçage

résistance en surface, comprenant des éléments raccordés en série ou en parallèle, suffisamment flexible pour épouser la forme de la surface à chauffer

3.15

panneau de traçage

résistance en surface non flexible, comprenant des éléments raccordés en série ou en parallèle, fabriquée pour épouser la forme générale de la surface à chauffer

3.16

température maximale

température la plus élevée admissible pour le système, y compris le système de traçage, le fluide et la tuyauterie

3.17

composant intégré

composant de type terminaison thermorétractable, connexion froide, embout d'étanchéité moulé ou jonction, épousant la forme générale de la résistance de traçage ou de la résistance en surface, et exposé aux mêmes conditions d'environnement que la résistance de traçage ou la résistance en surface, qui peut être fabriqué en usine ou assemblé sur site, et qui n'est pas censé être réutilisé en cas de réparation ou de modification

3.18

faible risque de détérioration mécanique

installations et applications dans lesquelles seuls de faibles niveaux de choc et de déformation sont attendus

3.19**température de gaine maximale**

température maximale du revêtement continu externe de la résistance de traçage ou de la résistance en surface

3.20**température de tenue maximale**

température maximale de service ou d'exposition qui n'a aucun effet défavorable sur la stabilité thermique de la résistance de traçage ou de la résistance en surface et de ses composants

3.21**tension de service**

tension réelle appliquée à la résistance de traçage ou à la résistance en surface lorsqu'elle est en service

3.22**gaine de protection externe**

couche continue de matériau appliquée à l'extérieur du revêtement électriquement conducteur dans le but d'assurer une protection contre la corrosion

3.23**résistance de traçage en parallèle**

éléments chauffants raccordés en parallèle, en continu ou par unités ou zones, de sorte que la densité de watts par unité de longueur ne change pas de manière significative en cas de modification de la longueur de circuit

3.24**densité de puissance**

puissance délivrée en watts par mètre linéaire pour les résistances de traçage et en watts par mètre carré pour les résistances en surface

3.25**connecteur d'alimentation**

terminaison appliquée à l'extrémité d'une résistance de traçage ou d'une résistance en surface, du côté de l'alimentation

3.26**puissance assignée**

puissance totale, ou puissance par unité de longueur ou unité de surface, de la résistance de traçage ou de la résistance en surface, à la température et la tension assignées, généralement exprimée en watts, en watts par mètre ou en watts par mètre carré

3.27**tension assignée**

tension fixée par le fabricant à laquelle se réfèrent les caractéristiques de fonctionnement et de performances des résistances de traçage ou des résistances en surface

3.28**essai individuel de série**

essai auquel est soumis chaque dispositif en cours ou en fin de fabrication pour vérifier qu'il est conforme à des critères définis

3.29**résistance de traçage en série**

éléments chauffants raccordés en série ayant un trajet électrique unique et une résistance spécifique à une température donnée pour une longueur donnée

3.30 gaine

revêtement(s) continu(s) et uniforme(s), en matériau métallique ou non métallique, contenant le(s) conducteur(s) isolé(s), utilisé(s) pour protéger la résistance de traçage ou la résistance en surface contre les détériorations mécaniques et les influences de l'environnement (corrosion, humidité, etc.), qui peu(ven)t fournir un trajet électrique et permettre à un dispositif de protection électrique de fonctionner comme prévu

Note 1 à l'article: Voir "gaine de protection externe" (3.22).

3.31 conception stabilisée

concept selon lequel la température de la résistance de traçage ou de la résistance en surface est, par conception et par utilisation, stabilisée en dessous de la température limite, dans les conditions les plus défavorables, sans qu'un système de protection soit nécessaire pour limiter la température

3.32 courant de démarrage

courant d'une résistance de traçage ou d'une résistance en surface dès la mise sous tension

3.33 résistance en surface

bande ou panneau de traçage destinés à fournir de la chaleur sur une surface relativement grande, généralement constitués d'un ou plusieurs conducteurs métalliques pouvant également comprendre un ou plusieurs éléments chauffants électriques liés ou distincts, isolés et protégés de façon adéquate

3.34 unité de résistance en surface

résistance en surface équipée de terminaisons conformément aux instructions du fabricant

3.35 documentation du système

informations généralement données par le fournisseur pour permettre la bonne compréhension, l'installation et l'utilisation en toute sécurité du système de traçage

3.36 té

connexion électrique des résistances de traçage ou des résistances en surface, en série ou en parallèle, permettant de réaliser un raccordement dans le circuit et dont la forme est celle d'un T majuscule

3.37 régulateur thermique

dispositif ou combinaison de dispositifs comprenant des moyens permettant de détecter la température et de commander la puissance appliquée à la résistance de traçage ou à la résistance en surface

3.38 sonde thermique

dispositif conçu pour réagir à la température en fournissant un signal électrique ou une action mécanique

3.39 isolation thermique

matériau comportant des poches remplies d'air ou de gaz, des espaces vides ou des surfaces thermo réfléchissantes qui, lorsqu'il est correctement appliqué, retarde le transfert de chaleur

3.40

résistance de traçage

dispositif linéaire conçu pour produire de la chaleur sur le principe de la résistance électrique

3.41

unité de résistance de traçage

résistance de traçage équipée de terminaisons conformément aux instructions du fabricant

3.42

traçage

utilisation de résistances de traçage, de résistances en surface et de supports accessoires, conçus pour produire de la chaleur par le biais d'éléments chauffants raccordés en série ou en parallèle, utilisés pour maintenir ou élever la température de tuyauteries, de réservoirs et d'autres surfaces

3.43

essai de type

essai de conformité effectué sur une ou plusieurs entités représentatives de la production

[SOURCE: CEI 60050-151:2001, 151-16-16]

3.44

barrière d'étanchéité

matériau qui, lorsqu'il est installé sur la surface externe de l'isolation thermique, protège cette dernière de l'eau et des autres liquides, des dommages physiques provoqués par la neige fondue, le vent ou les agressions mécaniques, et de la détérioration engendrée par le rayonnement solaire ou la pollution atmosphérique

3.45

pièce à traiter

objet sur lequel une résistance de traçage est appliquée

4 Exigences générales

4.1 Généralités

Les systèmes de traçage par résistance électrique s'inscrivant dans le domaine d'application de la présente norme doivent être conçus et construits de manière à présenter une garantie de stabilité mécanique, thermique et électrique ainsi que des performances fiables, sans danger pour l'utilisateur ou l'environnement, dans le cadre d'une utilisation normale.

Les résistances de traçage dont l'utilisation est réservée aux zones à faible risque de détérioration mécanique sont soumises à une charge réduite dans les essais de tenue aux chocs décrits en 5.2.4 et en 5.2.5, et à une force réduite dans l'essai de déformation décrit en 5.2.6, et doivent porter un marquage clair tel que spécifié à l'Article 7.

Les résistances de traçage et les résistances en surface peuvent être pourvues d'une protection mécanique complémentaire pour satisfaire aux exigences de la présente norme si elles sont livrées sous la forme d'un ensemble intégré (préfabriqué) et doivent être marquées tel que requis par l'Article 7, point g).

Le matériel de traçage destiné à un usage au contact de l'eau potable doit être constitué de matériaux qui satisfont aux exigences de toxicité applicables.

Le fabricant doit indiquer la température de tenue maximale en degrés Celsius. Les matériaux utilisés dans la résistance de traçage ou la résistance en surface doivent supporter une température de 20 K supérieure à sa température de tenue maximale, lorsqu'ils sont soumis à l'essai conformément à 5.2.11.

4.2 Revêtement électriquement conducteur

Les résistances de traçage et les résistances en surface doivent être munies d'un revêtement électriquement conducteur uniformément réparti qui doit couvrir au moins 70 % de leur surface. Les unités de chauffage en surface doivent être construites de sorte que le revêtement électriquement conducteur se trouve à l'opposé de la surface à chauffer.

4.3 Exigences de protection électrique applicables aux circuits terminaux

Les exigences minimales concernant les systèmes de traçage sont les suivantes:

- a) existence d'un moyen permettant d'isoler de l'alimentation tous les conducteurs de ligne;
- b) existence d'une protection contre les surintensités pour chaque circuit terminal;
- c) existence d'une protection contre les défauts à la terre pour chaque circuit terminal.

La protection électrique du circuit terminal de la résistance de traçage ou de la résistance en surface doit être capable d'interrompre les défauts à la terre, ainsi que les défauts de court-circuit. Un dispositif de protection contre les défauts à la terre ou un dispositif de commande apte à interrompre les défauts à la terre doit être utilisé. Une caractéristique nominale de déclenchement de 30 mA est recommandée, sauf si une fuite capacitive peut conduire à des déclenchements excessifs, auquel cas des dispositifs ayant un courant de déclenchement ne dépassant pas 300 mA peuvent être utilisés. Ces dispositifs sont destinés à être utilisés conjointement avec la protection de circuit contre les surintensités. Lorsque les conditions d'entretien et de contrôle assurent que seules des personnes qualifiées travailleront sur les systèmes installés et qu'un fonctionnement permanent des circuits se révèle nécessaire au fonctionnement en sécurité du matériel ou des processus, la détection de défauts à la terre sans interruption est admise si une alarme est prévue de façon à assurer une réponse par acquittement.

4.4 Exigences de température

4.4.1 Généralités

Un système de traçage doit être conçu de sorte que dans toutes les conditions qui peuvent être raisonnablement envisagées, la température de surface de la résistance de traçage ou de la résistance en surface ne dépasse pas la température de tenue maximale de cette dernière ni aucune des températures maximales assignées du système. Ceci doit être obtenu par une conception stabilisée ou une conception contrôlée.

4.4.2 Conception stabilisée

Les applications de conception stabilisée, dans lesquelles la température de surface maximale de la résistance de traçage ou de la résistance en surface est déterminée sans régulation thermostatique, doivent faire appel soit à la théorie des systèmes spécifiée en 5.2.13.2, soit à la théorie des produits spécifiée en 5.2.13.3.

4.4.3 Conception contrôlée

La température de surface obtenue par le biais de la conception contrôlée repose sur la limitation de l'énergie par des régulateurs thermiques ou des dispositifs de limitation de la température.

5 Essais

5.1 Essais de type – Généralités

Toutes les résistances de traçage et les résistances en surface doivent satisfaire aux exigences des essais de type spécifiés en 5.2. Les résistances de traçage et les résistances en surface destinées aux applications décrites à l'Article 1, points b), c) et d) doivent également satisfaire aux exigences de 5.3, 5.4 et 5.5, respectivement.

Sauf spécification contraire, les échantillons de résistances de traçage choisis pour les essais doivent mesurer au moins 3 m de long.

Sauf indication contraire, les composants intégrés doivent être soumis au même essai de type que la résistance de traçage ou la résistance en surface. Les composants de système, autres que ceux identifiés comme étant intégrés, doivent être évalués selon les normes correspondant à leur construction et à leur utilisation.

Sauf spécification contraire, les essais doivent être réalisés à une température ambiante comprise entre 10 °C et 40 °C.

Sauf spécification contraire, des échantillons distincts doivent être utilisés pour chaque essai. Ceux-ci doivent être préparés conformément aux recommandations du fabricant.

5.2 Essais de type – Toutes les applications

5.2.1 Essai diélectrique

L'essai diélectrique effectué sur les résistances de traçage ou les résistances en surface doit être réalisé conformément au Tableau 1.

Tableau 1 – Tensions d'essai pour l'essai diélectrique

Tension assignée <i>U</i>	Tension d'essai Tension alternative (valeur efficace)
< 30 V en courant alternatif (valeur efficace)	500
< 60 V en courant continu	500
≥ 30 V en courant alternatif (valeur efficace)	$2U + 1\ 000$
≥ 60 V en courant continu	$\sqrt{2}U + 1\ 000$

Pour les résistances de traçage ou les résistances en surface en série à monoconducteur, la tension doit être appliquée entre le conducteur et la gaine, la tresse ou l'écran métalliques, ou tout revêtement électriquement conducteur équivalent.

Pour les résistances de traçage ou les résistances en surface en série à multiconducteur, la tension doit être appliquée entre les conducteurs raccordés entre eux et la gaine, la tresse ou l'écran métalliques, ou tout revêtement électriquement conducteur équivalent, et également entre chaque conducteur à tour de rôle avec les conducteurs restants raccordés entre eux.

Pour les résistances de traçage ou les résistances en surface en parallèle, la tension doit être appliquée entre les conducteurs raccordés entre eux et la gaine, la tresse ou l'écran métalliques, ou tout revêtement électriquement conducteur équivalent.

L'essai diélectrique peut aussi être réalisé en immergeant les résistances de traçage ou les résistances en surface dans de l'eau du robinet à température ambiante (résistivité généralement égale à 50 000 Ω·cm). La tension d'essai doit être appliquée entre les conducteurs chauffants et l'eau.

Le taux d'augmentation ne doit être ni inférieur à 100 V/s ni supérieur à 200 V/s et la tension d'essai spécifiée doit être maintenue pendant 1 min sans claquage diélectrique. La forme d'onde de la tension d'essai doit être essentiellement sinusoïdale, avec une fréquence comprise entre 45 Hz et 65 Hz.

Pour la réalisation des essais de type de 5.2.4, 5.2.5, 5.2.6, 5.2.7, 5.2.8, 5.2.9, 5.2.11, 5.3.3, 5.3.8, 5.3.9, 5.5.3.2, 5.5.4 et 5.7.1 sur les résistances de traçage à isolation minérale, la tension d'essai nécessaire spécifiée en 5.2.1 est ramenée à $2U + 500$ V en courant alternatif,

pour les résistances de traçage à isolation minérale dont la tension assignée est supérieure ou égale à 30 V en courant alternatif, et à $\sqrt{2}U + 500$ V en courant continu, pour les résistances de traçage à isolation minérale dont la tension assignée est supérieure ou égale à 60 V en courant continu.

Lors de la détermination de U , l'utilisation correcte des niveaux de tension entre phases ou phase-neutre doit être prise en considération.

5.2.2 Essai de la résistance d'isolement électrique

La résistance d'isolement électrique doit être mesurée sur le ou les échantillons d'essai préparés conformément à 5.1, après réalisation de l'essai diélectrique spécifié en 5.2.1.

Pour les résistances de traçage ou les résistances en surface en série à monoconducteur, la résistance d'isolement électrique doit être mesurée entre le conducteur et la gaine, la tresse ou l'écran métalliques, ou tout revêtement électriquement conducteur équivalent.

Pour les résistances de traçage ou les résistances en surface en série à multiconducteur dans lesquelles les conducteurs sont électriquement isolés les uns des autres, la résistance d'isolement électrique doit être mesurée entre les conducteurs raccordés entre eux et la gaine, la tresse ou l'écran métalliques, ou tout revêtement électriquement conducteur équivalent, et également entre chaque conducteur à tour de rôle avec les conducteurs restants raccordés entre eux.

Pour les résistances de traçage ou les résistances en surface en parallèle, la résistance d'isolement électrique doit être mesurée entre les conducteurs raccordés entre eux et la gaine, la tresse ou l'écran métalliques, ou tout revêtement électriquement conducteur équivalent.

La résistance d'isolement doit être mesurée au moyen d'une tension en courant continu d'au moins 500 V. La valeur mesurée ne doit pas être inférieure à 50 M Ω .

5.2.3 Essai d'inflammabilité

Un essai d'inflammabilité doit être effectué sur les résistances de traçage et les résistances en surface, ainsi que sur les résistances de traçage et les résistances en surface à composants intégrés. La gamme de dimensions complète doit pouvoir être conforme à l'essai. L'essai doit être effectué dans une pièce à l'abri des courants d'air et réalisé dans une chambre de combustion ou sous une hotte d'évacuation des fumées présentant un volume minimal de 0,5 mètre cube. Pour les résistances de traçage, l'échantillon doit mesurer au moins 450 mm de long et être maintenu en position verticale. Pour les résistances en surface, l'échantillon doit être tel que spécifié ci-dessus et posséder une largeur maximale de 80 mm.

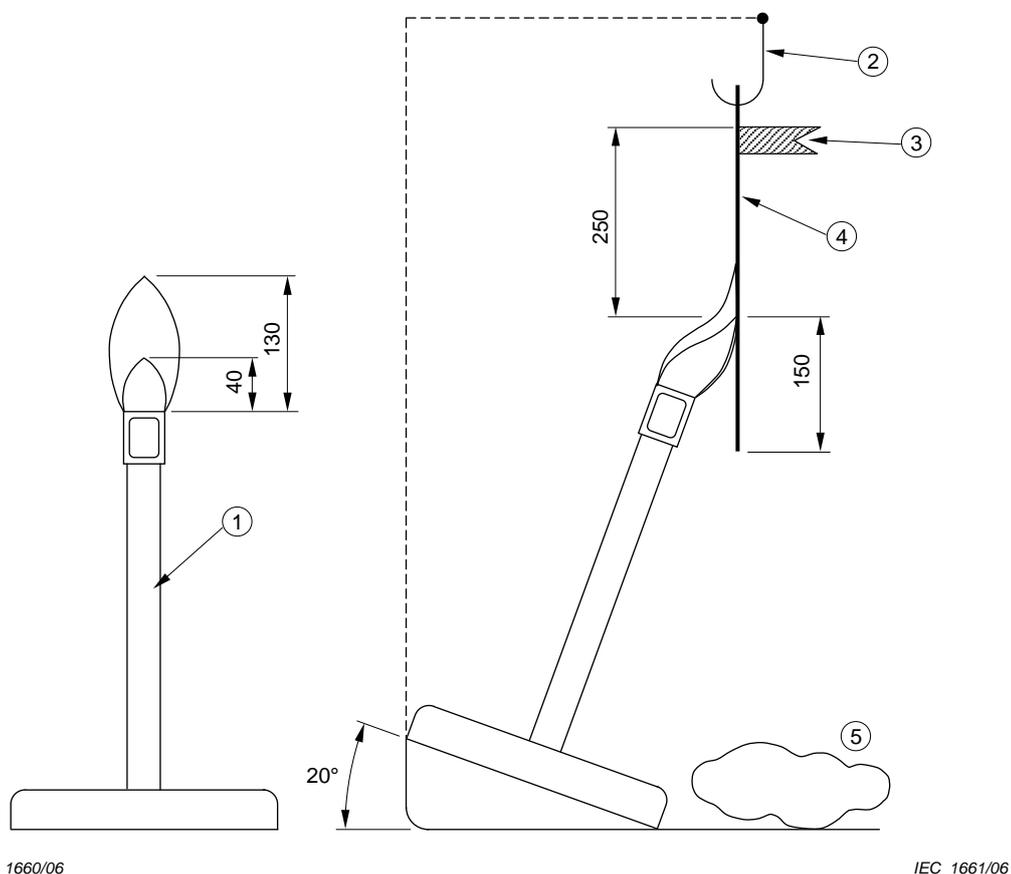
Un indicateur en papier collant écru doit être enroulé une fois autour de l'échantillon de sorte à flotter tel un drapeau sur 20 mm à partir de l'échantillon. Cet indicateur doit être placé à 250 mm au-dessus du point de contact entre le cône intérieur bleu de la flamme et l'échantillon. Une couche de coton chirurgical pur et sec, n'excédant pas 6 mm d'épaisseur, doit être placée sous l'échantillon de sorte à laisser une distance de 250 mm entre le coton et le point d'application de la flamme.

Un brûleur de laboratoire tel que décrit dans l'ASTM D 5025-05 doit être utilisé pour l'essai. La flamme de gaz produite par le brûleur doit être étalonnée comme décrit dans l'ASTM D 5207-09. Le combustible doit être du méthane, du propane ou du gaz naturel et présenter un indice adapté à un étalonnage selon la procédure spécifiée par l'ASTM D 5207-09. Comme indiqué à la Figure 1, la flamme doit être réglée à une hauteur de 130 mm avec un cône intérieur bleu de 40 mm. Le brûleur doit être incliné selon un angle de 20° par rapport à la verticale, et la flamme doit être appliquée sur le dispositif de chauffage de sorte que la pointe du cône intérieur bleu de cette dernière soit en contact avec l'échantillon en un point situé à 250 mm en dessous de l'indicateur en papier écru et à 150 mm environ de la base de

l'échantillon. Pour les ensembles de terminaisons, la flamme doit être réglée de sorte à être en contact avec le matériau au niveau du point le plus vulnérable. Les pinces utilisées pour maintenir l'échantillon doivent se trouver au-dessus de l'indicateur en papier, au moins 80 mm en dessous du point d'application de la flamme.

La flamme doit être appliquée sur l'échantillon de telle sorte que le plan vertical contenant l'axe principal du tube du brûleur soit perpendiculaire à l'échantillon. Pour les résistances en surface, la flamme est appliquée au niveau du point médian horizontal de la résistance, l'indicateur en papier écri étant placé à la verticale au-dessus de la flamme selon les dimensions indiquées à la Figure 1. La flamme doit être appliquée pendant 15 s puis retirée pendant 15 s, cinq fois de suite.

Les résultats de l'essai doivent être considérés comme satisfaisants si l'échantillon ne supporte pas une combustion d'une durée supérieure à 1 min après la cinquième application de la flamme, s'il ne brûle pas plus de 25 % de l'indicateur en papier écri et si la chute de particules enflammées n'enflamme pas le coton.



IEC 1660/06

IEC 1661/06

Dimensions en mm

Figure 1a – Hauteur de la flamme de gaz naturel

Figure 1b – Plan vertical perpendiculaire à l'échantillon en essai

Légende

- | | | | |
|---|---------------------------|---|------------------------------|
| 1 | Brûleur | 4 | Echantillon d'essai |
| 2 | Support | 5 | Coton chirurgical pur et sec |
| 3 | Indicateur en papier écri | | |

Figure 1 – Essai d'inflammabilité

5.2.4 Essai de tenue aux chocs à température ambiante

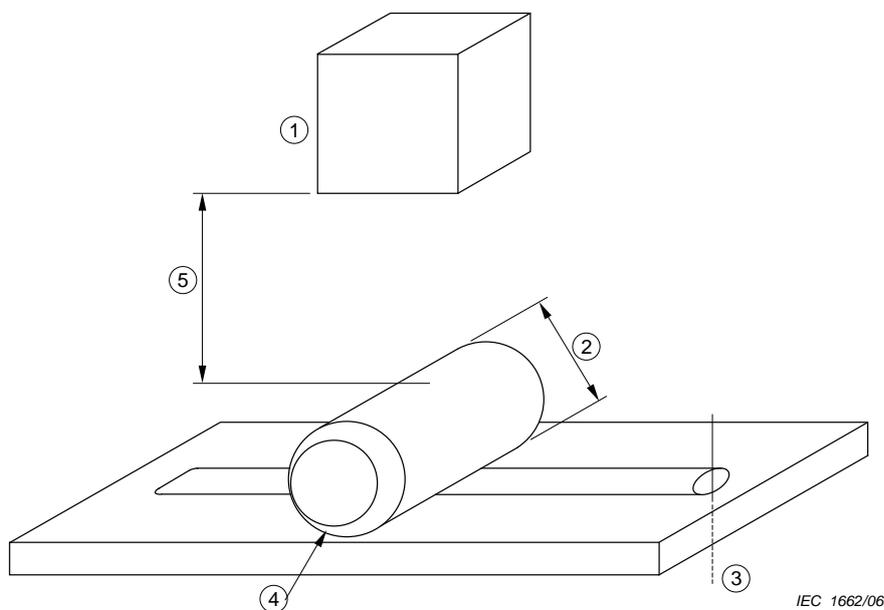
NOTE Les résistances de traçage et les résistances en surface électriques sont, dans la majorité des applications, recouvertes d'une isolation thermique et, de ce fait, dotées d'une certaine protection mécanique. Toutefois, dans certaines situations, les résistances de traçage et les résistances en surface ne bénéficient pas de la protection mécanique de leur isolation thermique. Par exemple, en cours d'installation avant l'application de l'isolation thermique ou lorsque la résistance de traçage sort de l'isolation thermique au niveau d'une boîte de raccordement, ou dans le cas des installations en zone exposée à l'extérieur.

Un échantillon d'environ 200 mm de long est placé sur une plaque plane en acier rigide (d'environ 21 kg et 195 mm × 195 mm × 70 mm) à son tour placée sur un substrat rigide de sorte que l'énergie de choc absorbée par le substrat soit négligeable. L'échantillon est placé sous une pièce intermédiaire en acier trempé ayant la forme d'un cylindre horizontal de 25 mm de diamètre. Ce cylindre doit avoir une longueur de 25 mm et comporter des bords lisses en arrondi d'environ 5 mm de rayon de courbure lorsqu'il est utilisé pour soumettre des résistances en surface à l'essai (voir Figures 2 et 3). Pour cet essai, le cylindre est couché horizontalement sur l'échantillon et, dans le cas d'une résistance de traçage, son axe est placé perpendiculairement à l'échantillon. Une résistance de traçage présentant une coupe non circulaire doit être positionnée de sorte que le choc soit appliqué le long du petit axe (c'est-à-dire que l'échantillon est à plat sur la plaque en acier).

Dans les essais autres que ceux pratiqués sur des résistances de traçage électrique destinées à des applications à faible risque de détérioration mécanique, un marteau d'une masse de 1 kg doit pouvoir tomber une fois sur le cylindre horizontal d'une hauteur de 700 mm (énergie de choc nominale de 7 J).

Pour les résistances de traçage et les résistances en surface destinées à des applications à faible risque de détérioration mécanique, cette hauteur peut être ramenée à 400 mm (énergie de choc nominale de 4 J). Les résistances de traçage ou les résistances en surface soumises à cet essai doivent être examinées par l'organisme d'essai afin de vérifier que les instructions d'installation du fabricant mettent correctement en garde l'utilisateur en ce qui concerne l'utilisation d'une résistance de traçage ou d'une résistance en surface à capacité mécanique réduite.

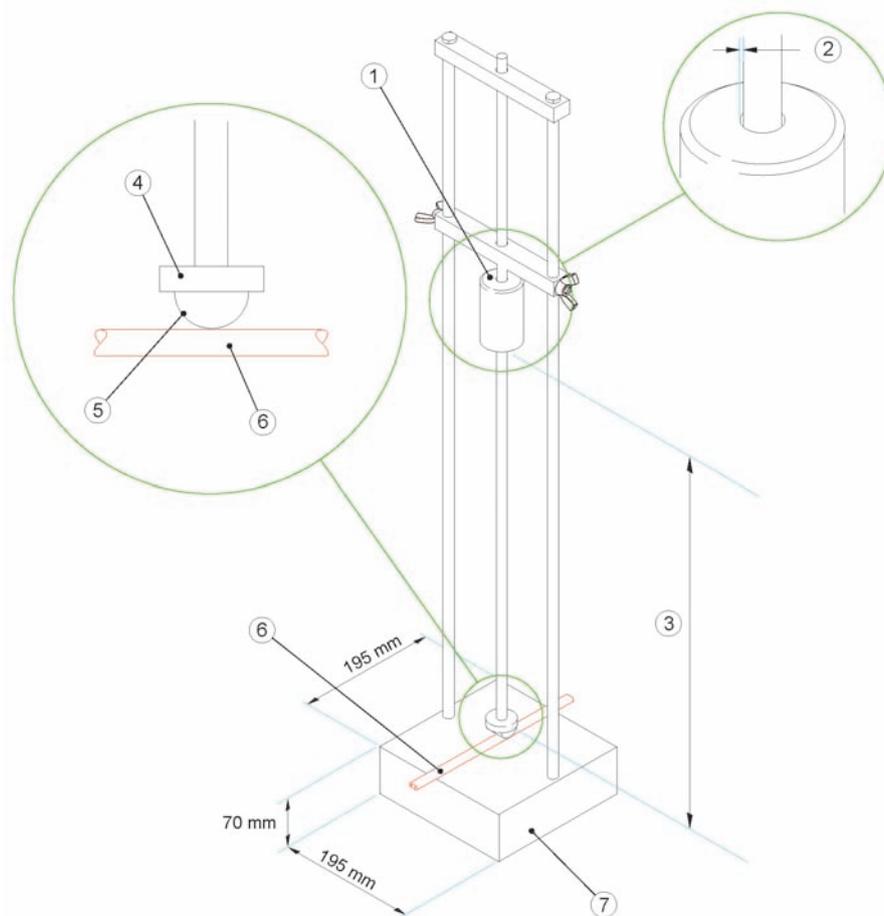
La conformité est vérifiée par l'essai de l'isolation électrique conformément à 5.2.1 et à 5.2.2, le cylindre en acier et le marteau étant toujours en place sur l'échantillon.



Légende

- | | | | |
|---|--|---|---|
| 1 | Marteau d'une masse de 1 kg | 4 | Cylindre de 25 mm de longueur totale avec 5 mm de rayon de courbure utilisé pour soumettre les bandes de traçage et les panneaux de traçage à l'essai |
| 2 | Cylindre de 25 mm de diamètre | | |
| 3 | Petit axe de la résistance de traçage non circulaire | 5 | Hauteur de chute du marteau: 700 mm ou 400 mm |

Figure 2 – Essai de tenue aux chocs à température ambiante



IEC 2220/13

Légende

- 1 Marteau en acier d'une masse de 1,0 kg
- 2 Distance d'isolement de 1,5 mm entre le marteau en acier et le guide-tige
- 3 Hauteur de chute mesurée entre la surface inférieure du marteau en acier et la surface supérieure de la pièce intermédiaire: 700 mm (ou 400 mm pour l'essai d'énergie de choc réduite)
- 4 Pièce intermédiaire en acier trempé
- 5 La pièce intermédiaire a une longueur de 25 mm, un diamètre de 25 mm, et les deux extrémités de la forme cylindrique ont un rayon de 5 mm (applicable uniquement lors d'essais sur des échantillons ayant une largeur supérieure à 25 mm)
- 6 Echantillon en essai. Choc sur le côté le plus plat des échantillons non circulaires
- 7 Plaque plane en acier rigide

Figure 3 – Exemple d'appareil d'essai de tenue aux chocs à température ambiante

5.2.5 Essai de tenue aux chocs à température minimale

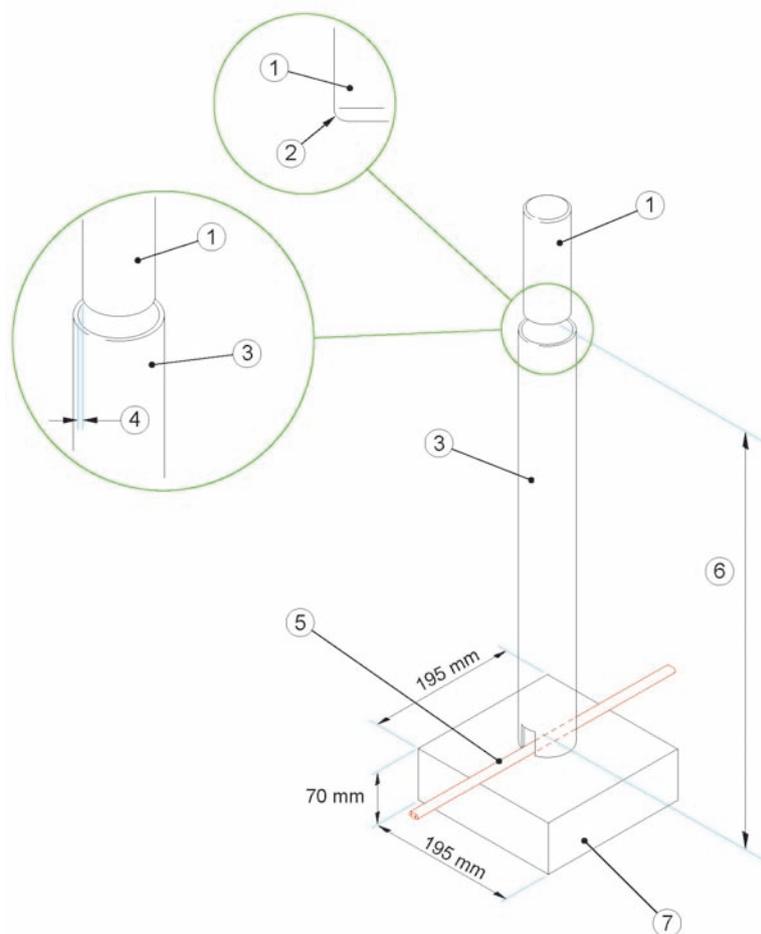
Un échantillon d'environ 450 mm de long est placé sur une plaque en acier trempé (présentant une masse supérieure ou égale à 20 kg et mesurant 195 mm × 195 mm × 70 mm). La plaque est à son tour placée sur un substrat rigide de sorte que l'énergie de choc absorbée par le substrat soit négligeable. L'ensemble est ensuite conditionné pendant 4 h minimum à la température d'installation minimale recommandée par le fabricant. (Voir Figure 4).

A l'issue du conditionnement, à part dans les essais pratiqués sur des résistances de traçage destinées à des applications à faible risque de détérioration mécanique, un échantillon, toujours à la température d'installation minimale recommandée, doit être soumis à un piston cylindrique en acier de 50,8 mm de diamètre comportant un bord lisse en arrondi (d'environ 5 mm de rayon de courbure), autour de la surface de choc à fond plat présentant

une masse de 1,8 kg, que l'on laisse tomber en chute libre d'une hauteur de 762 mm, ce qui génère une énergie de choc nominale de 13,6 J.

Pour les résistances de traçage destinées à des applications à faible risque de détérioration mécanique selon 4.1, cette hauteur doit être ramenée à 420 mm (soit une énergie de choc nominale de 7,5 J). Des informations sur les résistances de traçage soumises à cet essai doivent figurer dans les instructions d'installation, et mettre correctement en garde l'utilisateur en ce qui concerne l'utilisation d'une résistance de traçage à capacité mécanique réduite. Voir l'Article 7.

La partie de l'échantillon soumise aux chocs doit ensuite être immergée dans de l'eau du robinet entre 10 °C et 25 °C pendant 5 min, et doit réussir l'essai diélectrique décrit en 5.2.1 et l'essai de la résistance d'isolement décrit en 5.2.2. Pour les résistances en surface, aussi bien la région chauffante que les connexions froides doivent être soumises aux chocs.



IEC 2221/13

Légende

- | | | | |
|---|--|---|--|
| 1 | Marteau en acier d'une masse de 1,8 kg et d'un diamètre de 50,8 mm | 5 | Echantillon en essai. Choc sur le côté le plus plat des échantillons non circulaires |
| 2 | Rayon de 5 mm autour du bord inférieur du marteau en acier cylindrique | 6 | Hauteur de chute mesurée entre la surface inférieure du marteau en acier et la surface supérieure de l'échantillon en essai: 762 mm (ou 420 mm pour l'essai d'énergie de choc réduite) |
| 3 | Tube de guidage | 7 | Plaque plane en acier rigide |
| 4 | Distance d'isolement de 2 mm entre le marteau en acier et le tube de guidage | | |

Figure 4 – Exemple d'appareil d'essai de tenue aux chocs à température minimale

5.2.6 Essai de déformation

Un échantillon d'environ 200 mm de long est placé sur une plaque plane en acier rigide. Une force d'écrasement de 1 500 N est ensuite appliquée pendant 30 s, sans choc, au moyen d'une barre en acier de 6 mm de diamètre, aux extrémités hémisphériques et d'une longueur totale de 25 mm. Pour cet essai, la barre est placée à plat sur l'échantillon; dans le cas d'une résistance de traçage, elle est placée perpendiculairement à l'échantillon. Dans le cas d'une résistance en surface, il faut veiller à ce que le cylindre soit perpendiculaire à un élément actif.

Pour les résistances de traçage et les résistances en surface destinées à des applications à faible risque de détérioration mécanique, la force d'écrasement peut être ramenée à 800 N. Les résistances de traçage ou les résistances en surface soumises à cet essai doivent être examinées par l'organisme d'essai afin de vérifier que les instructions d'installation du fabricant mettent correctement en garde l'utilisateur en ce qui concerne l'utilisation d'une résistance de traçage ou d'une résistance en surface à capacité mécanique réduite.

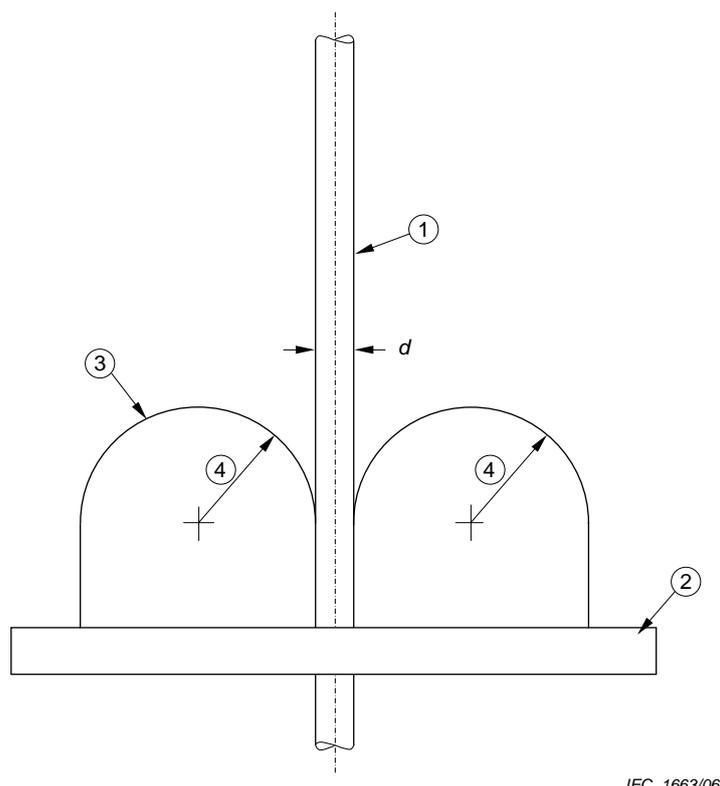
La conformité est vérifiée par l'essai de l'isolation électrique conformément à 5.2.1 et à 5.2.2, la barre en acier horizontale étant toujours en place sur l'échantillon et la charge étant appliquée.

5.2.7 Essai de pliage à froid

L'essai s'applique uniquement aux résistances de traçage ou aux résistances en surface qui présentent un rayon de courbure minimal établi inférieur à 300 mm.

L'appareil utilisé pour l'essai de pliage à froid est illustré à la Figure 5; le rayon du mandrin métallique est égal au rayon de courbure minimal établi par le fabricant. Un échantillon de résistance de traçage ou de résistance en surface, sans composants intégrés, doit être fixé dans l'appareil comme indiqué. L'appareil et l'échantillon doivent être placés dans un compartiment réfrigéré et maintenus à la température d'installation minimale recommandée par le fabricant pendant une durée d'au moins 4 h. À l'issue de cette période, l'échantillon étant maintenu à la température d'installation minimale recommandée, il doit être plié à 90° autour de l'un des mandrins, puis à 180° dans le sens opposé sur le second mandrin avant d'être redressé pour reprendre sa position d'origine. Toutes les opérations de pliage doivent être réalisées dans le même plan. Ce cycle d'opérations doit être effectué trois fois et la vitesse de pliage ne doit pas s'élever à plus de 5 s par cycle.

La conformité est vérifiée par l'essai de l'isolation électrique conformément à 5.2.1 et à 5.2.2, et l'échantillon ne doit présenter aucune fissure visible lorsqu'il est examiné en vision normale.



IEC 1663/06

Légende

- | | |
|--|--|
| 1 Echantillon de résistance de traçage ou de résistance en surface | 3 Mandrin métallique |
| 2 Socle en métal | <i>d</i> Diamètre ou plan de pliage primaire de la résistance de traçage |
| | 4 Rayon de courbure minimal établi par le fabricant |

Figure 5 – Essai de pliage à froid

5.2.8 Essai de résistance à l'eau

Un échantillon de résistance de traçage d'au moins 3 m de long sans composants intégrés ou un échantillon de résistance en surface doit être immergé dans au moins 50 mm d'eau du robinet entre 10 °C et 25 °C pendant une durée de 336 h (14 jours). A l'issue de cette période, l'échantillon doit être soumis à l'essai de tension diélectrique de 5.2.1 et il doit y résister pendant 1 min sans claquage diélectrique. Le même échantillon doit ensuite être soumis à l'essai de la résistance d'isolement électrique de 5.2.2 et la valeur mesurée ne doit pas être inférieure à 50 MΩ.

Pour les échantillons pourvus de gaines de protection externes, une section de la gaine de protection externe doit être retirée avant les essais.

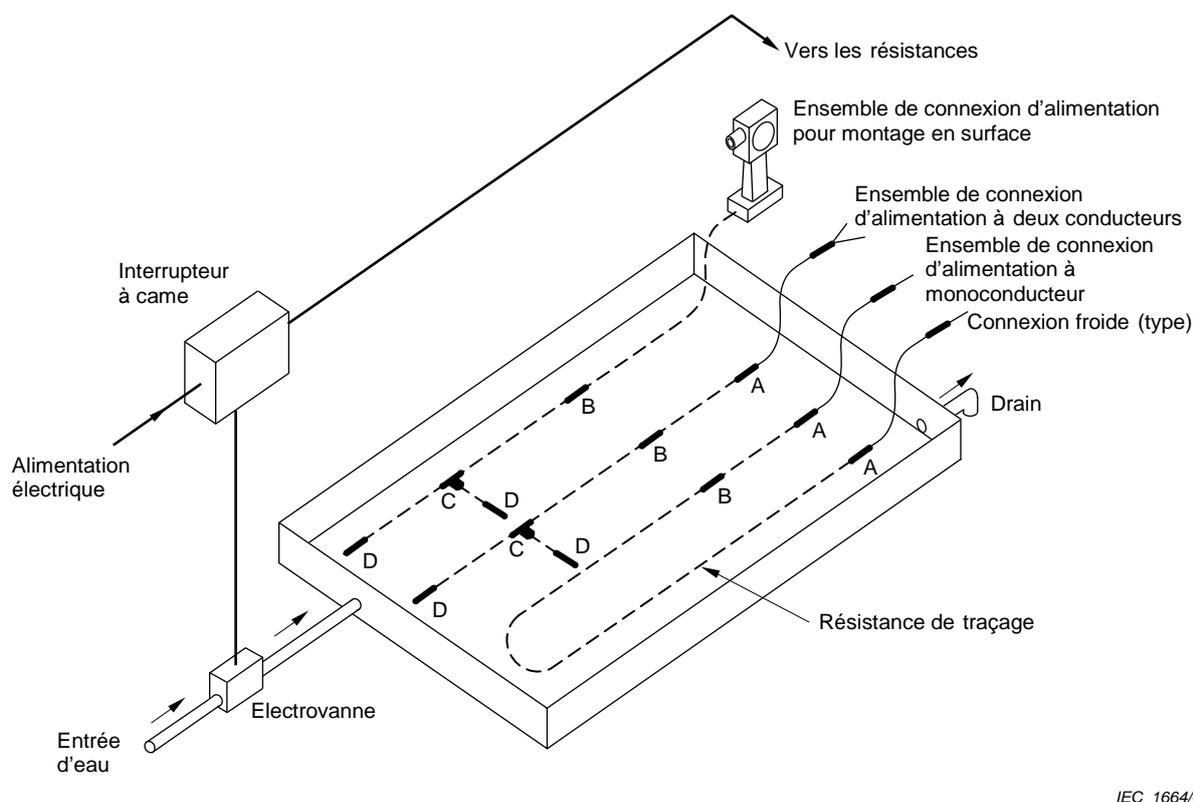
5.2.9 Essai de résistance à l'eau des composants intégrés

Un échantillon de résistance de traçage d'au moins 3 m de long ou un échantillon de résistance en surface, y compris les terminaisons intégrées, doit être placé dans un appareil à circulation d'eau et vidange d'eau comme indiqué à la Figure 6. Le débit d'eau doit être réglé afin de recouvrir complètement l'échantillon et ses terminaisons pendant une durée d'au moins 30 s toutes les 5 min, après quoi l'eau est vidangée.

La tension appliquée à l'électrovanne d'alimentation en eau ainsi que celle appliquée à l'échantillon doivent être commandées par un interrupteur à came ou tout autre moyen

équivalent. Le minutage des séquences doit être tel que l'échantillon soit mis sous tension pendant 30 s après vidange de l'eau. L'essai doit se poursuivre pendant une durée de 24 h.

A l'issue de l'essai, l'échantillon doit être soumis à l'essai conformément à 5.2.1. Toutes les connexions et les terminaisons immergées doivent être inspectées pour vérifier l'absence de pénétration d'eau.



IEC 1664/06

Légende

- | | |
|-------------------------------------|----------------------------------|
| A Connexion d'alimentation intégrée | C Té en ligne intégré |
| B Jonction intégrée | D Connecteur d'extrémité intégré |

Figure 6 – Essai de résistance à l'humidité

5.2.10 Vérification de la puissance assignée

5.2.10.1 Méthodes de vérification

La puissance assignée de la résistance de traçage ou de la résistance en surface doit être vérifiée en appliquant l'une des méthodes décrites en 5.2.10.2 et en 5.2.10.3.

5.2.10.2 Méthode de la résistance

La résistance en courant continu par unité de longueur mesurée à une température spécifiée doit être comprise dans les limites de tolérance indiquées par le fabricant.

5.2.10.3 Méthodes thermiques

5.2.10.3.1 Généralités

La puissance thermique des résistances de traçage ou des résistances en surface doit être évaluée sur une installation représentative de l'application prévue. Les procédures ci-dessous

sont appropriées à des applications spécifiques. Pour les autres applications, l'organisme d'essai et le fabricant doivent établir un essai approprié.

Dans chacune des procédures ci-dessous, la résistance de traçage ou la résistance en surface doit être alimentée sous la tension assignée et on doit lui laisser le temps de se stabiliser. La tension, le courant, les températures de la pièce à traiter et la longueur ou dimension de l'échantillon doivent être consignés pour chacune des températures d'essai.

Pour les besoins des essais individuels de série, les valeurs de puissance de sortie associées aux méthodes décrites en 5.2.10.3.3, en 5.2.10.3.4 et en 5.2.10.3.5 peuvent être mises en corrélation avec la méthode décrite en 5.2.10.3.2.

5.2.10.3.2 Applications à surfaces isolées

La puissance thermique d'une résistance de traçage se mesure par l'installation d'un seul échantillon, de 3 m à 6 m de long, sur un tuyau en acier au carbone présentant un diamètre supérieur ou égal à 50 mm, comme indiqué à la Figure 7. L'échantillon est installé conformément aux instructions du fabricant. L'appareil d'essai est complètement recouvert d'une isolation thermique de 25 mm d'épaisseur.

Pour les résistances en surface, l'essai est réalisé sur une plaque métallique plane refroidie par un liquide, avec 25 mm d'isolation thermique appliquée sur toute la surface.

Un fluide de transfert de chaleur adapté est envoyé dans le tuyau avec un débit suffisant pour établir un flux turbulent tel que la différence de température entre le fluide et le tuyau soit négligeable. Le fluide de transfert de chaleur est maintenu à une température constante. Ces paramètres sont vérifiés par des thermocouples placés à l'entrée et à la sortie du tuyau. Le débit doit être tel que la température du fluide ne varie pas de plus de 2 K d'une extrémité à l'autre.

La puissance thermique de la résistance de traçage ou de la résistance en surface est mesurée pour trois températures de tuyau (ou de plaque) représentatives de l'ensemble de la plage de service. La résistance de traçage ou la résistance en surface est alimentée sous sa tension assignée et on lui laisse le temps de se stabiliser. La tension, le courant, les températures de fluide (ou températures de plaque) et la longueur ou dimension de l'échantillon sont consignés pour chacune des températures d'essai. Trois déterminations distinctes sont effectuées sur des échantillons distincts. Les valeurs obtenues doivent être comprises dans les limites de tolérance indiquées par le fabricant.

5.2.10.3.3 Applications de chauffage en surface exposées à l'extérieur sans isolation thermique

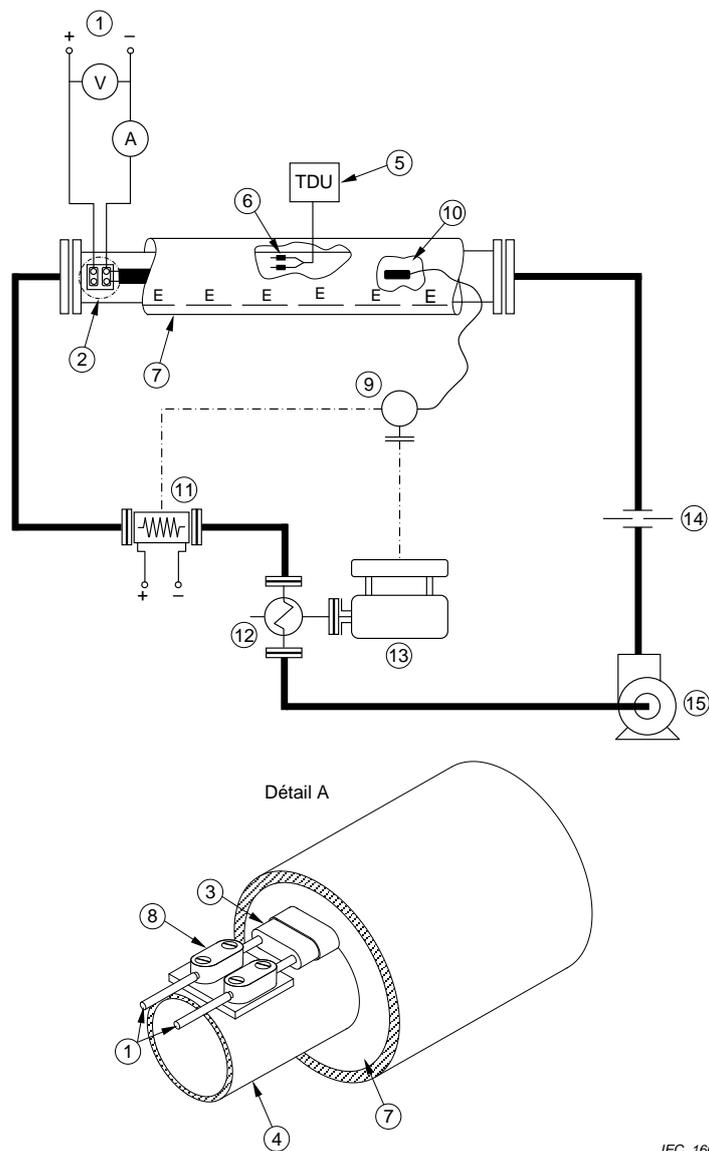
Pour les résistances de traçage ou les résistances en surface destinées à des applications de chauffage en surface exposées à l'extérieur sans isolation thermique, l'appareil d'essai décrit en 5.2.13.2.4 doit être utilisé, l'installation de la résistance de traçage ne comprenant aucun point de croisement. Si l'application concerne le chauffage de toits ou de gouttières, la résistance de traçage doit en outre être soumise à l'essai dans un bain de glace afin de déterminer sa puissance thermique dans un environnement glacé. Trois déterminations distinctes sont effectuées sur des échantillons distincts. Les valeurs obtenues doivent être comprises dans les limites de tolérance indiquées par le fabricant.

5.2.10.3.4 Applications de chauffage intégré

Pour les résistances de traçage destinées au chauffage intégré, l'appareil d'essai décrit en 5.2.13.2.5 doit être utilisé, l'installation de la résistance de traçage ne comprenant aucun joint d'expansion/de dilatation ni aucun point de croisement. Les valeurs obtenues doivent être comprises dans les limites de tolérance indiquées par le fabricant.

5.2.10.3.5 Applications de systèmes de traçage à l'intérieur des conduits et des tuyaux

Pour les résistances de traçage ou les résistances en surface destinées à être installées à l'intérieur des conduits et des tuyaux, l'appareil d'essai décrit en 5.2.13.2.6 doit être utilisé, l'installation de la résistance de traçage ou de la résistance en surface ne comprenant aucun point de croisement. De plus, il n'est pas nécessaire d'inclure la section verticale du tuyau ou du conduit. Les valeurs obtenues doivent être comprises dans les limites de tolérance indiquées par le fabricant.



IEC 1665/06

Légende

1	Source de tension réglée	8	Bornes électriques
2	Voir détail A	9	Régulateur thermique
3	Résistance de traçage ou résistance en surface	10	Sonde thermique
4	Tuyau d'essai, diamètre extérieur ≥ 50 mm	11	Résistance en ligne
5	Indicateur de température (Temperature Display Unit)	12	Echangeur de chaleur
6	Thermocouple	13	Refroidisseur
7	Isolation en fibre de verre, épaisseur min. de 25 mm et densité d'environ 3,25 kg/m ³	14	Débitmètre
		15	Pompe

Figure 7 – Vérification de la puissance assignée

5.2.11 Stabilité thermique des matériaux d'isolation électrique

La stabilité thermique des matériaux d'isolation électrique des résistances de traçage et des résistances en surface doit être vérifiée sur un échantillon ou un prototype après que ce dernier a été conditionné à une température de 20 K supérieure à la température de tenue maximale indiquée par le fabricant, pendant 28 jours (avec une tolérance de +2/-0 j).

L'échantillon doit être retiré de l'étuve et refroidi à la température ambiante.

Les échantillons de résistances de traçage flexibles doivent être constitués de six spires enroulées étroitement sur un mandrin ayant un rayon égal à six fois le diamètre d'une résistance de traçage circulaire ou six fois la plus petite dimension d'une résistance de traçage non circulaire. Les composants intégrés ne doivent pas être enroulés sur le mandrin.

Les résistances en surface doivent être enroulées sur un mandrin d'un rayon équivalent au rayon de courbure minimal recommandé par le fabricant.

L'échantillon se trouvant toujours sur le mandrin, sauf au niveau des terminaisons ou des extrémités où le conducteur est exposé, doit être immergé dans de l'eau du robinet pendant 5 min. En étant toujours immergé dans l'eau du robinet, il doit réussir l'essai diélectrique de 5.2.1 et l'essai de la résistance d'isolement de 5.2.2.

Les résistances de traçage non flexibles ne doivent pas être enroulées sur un mandrin, mais doivent également être immergées dans l'eau du robinet et soumises aux essais.

À l'issue de l'essai, l'échantillon ne doit présenter aucune fissure visible lorsqu'il est examiné en vision normale.

5.2.12 Essai des performances thermiques des résistances de traçage en parallèle

L'appareil d'essai doit être constitué d'une ou plusieurs plaques métalliques capables de changer de température selon les paliers spécifiés. Ces plaques doivent être dimensionnées de sorte à exposer toutes les parties des échantillons de résistances de traçage ou de résistances en surface, qui seraient exposés dans des conditions normales d'installation, aux paliers de température requis par cette procédure. L'appareil d'essai doit assurer que les échantillons de résistances de traçage ou de résistances en surface sont en contact avec la plaque. L'appareil d'essai peut être pourvu d'un support d'échantillon. Des décalages peuvent être créés dans le support ou sur la(es) plaque(s) pour permettre l'installation de raccords/gaines de connecteur d'extrémité/transition de puissance, si disponibles, aux endroits où le profil dimensionnel dépasse celui de la résistance de traçage ou de la résistance en surface. L'appareil doit permettre la mise sous tension des échantillons de résistances de traçage ou de résistances en surface comme requis pendant la procédure d'essai.

Les échantillons doivent être isolés thermiquement du côté opposé à la plaque de sorte à assurer un transfert de chaleur efficace entre la plaque et les échantillons de résistances de traçage ou de résistances en surface.

La température des plaques doit être régulée de manière uniforme avec une tolérance maximale de ± 5 °C pour les températures des plaques inférieures à 100 °C ou de 5 % de la température maximale de service continu au-delà de 100 °C.

La plaque décrite ci-dessus peut être soit une plaque métallique plane, soit un tuyau en métal ou une surface métallique représentative de la majorité des applications associées à la résistance de traçage ou à la résistance en surface soumise à l'essai.

Les échantillons de résistances de traçage ou de résistances en surface doivent être choisis de manière aléatoire et mesurer au minimum 0,3 m de long. Les échantillons de forme

irrégulière, comme les résistances en surface, doivent être constitués d'au moins une unité de chauffage.

Si la résistance de traçage ou la résistance en surface fait partie d'une gamme de produits, comportant des matériaux communs (avec des matériaux ayant les mêmes caractéristiques de performances) et présentant une construction commune et possédant des niveaux différents de tension et de puissance de sortie assignées, alors trois échantillons doivent être sélectionnés et chacun représente:

- le niveau de tension assignée le plus faible et la puissance de sortie assignée maximale;
- la tension assignée la plus élevée et la puissance de sortie assignée minimale.

Les échantillons de résistances de traçage ou de résistances en surface peuvent être conditionnés, à la tension assignée maximale, pendant 150 h maximum à la température maximale de service continu indiquée par le fabricant, avant le début de l'essai.

Les échantillons de résistances de traçage ou de résistances en surface doivent être installés sur le support d'échantillon ou directement appliqués sur la plaque. Les échantillons doivent être alimentés sous la tension assignée maximale. La température de la plaque doit être de 23 ± 5 °C. La puissance de sortie initiale des échantillons doit être déterminée en mesurant la tension et le courant après stabilisation du dispositif.

Les échantillons de construction en parallèle en continu, toujours installés sur le support d'échantillon ou sur la plaque et alimentés sous la tension assignée maximale, doivent être soumis à des cycles de température les exposant successivement à des températures de la plaque correspondant à 23 ± 5 °C et à la température maximale de service continu. Il est permis de mettre les échantillons hors tension pendant la période de refroidissement.

Les échantillons de construction en parallèle par zones doivent être soumis à des cycles de température selon la même méthode, à ceci près que ces échantillons doivent être mis hors tension lorsqu'ils ne sont pas maintenus à la température maximale de service continu.

Si la plage de température de cycle dépasse 350 °C, la température la plus faible peut être réglée à 350 °C en dessous de la température maximale de service continu.

Les échantillons sous tension doivent être exposés à chacune de ces températures extrêmes pendant 15 min minimum et la durée de la transition entre deux extrêmes ne doit pas dépasser 15 min, un cycle correspondant à une exposition complète aux deux températures extrêmes.

Les échantillons de dispositifs de chauffage doivent être soumis à une période de préconditionnement de cinq cycles de température continus. Au minimum 1 500 cycles doivent alors être effectués.

A l'issue du cycle de température, la température de la (ou des) plaque(s) doit être amenée à la température maximale d'exposition continue ou à la température maximale d'exposition intermittente, si cette dernière est supérieure, indiquée par le fabricant et maintenue à cette valeur pendant une durée minimale de 250 h.

Les échantillons dont la température maximale d'exposition intermittente indiquée est "la température à la mise sous tension" doivent être alimentés sous la tension assignée maximale.

La puissance de sortie des échantillons doit être mesurée pendant les 300 dernières secondes de chaque cycle froid, à l'aide de la méthode et de la température de la plaque utilisées lors des mesures initiales. Dans le cas des échantillons présentant une construction en parallèle par zones, la puissance de sortie doit être mesurée pendant les 300 dernières secondes de chaque cycle chaud.

A l'issue des essais d'exposition maximale, les mesures de la puissance de sortie des échantillons doivent être passées en revue. Les échantillons doivent avoir maintenu un niveau de puissance compris entre plus 20 % et moins 25 % de la puissance mesurée initiale.

5.2.13 Détermination de la température de gaine maximale

5.2.13.1 Généralités

Les températures de gaine maximales des résistances de traçage et des résistances en surface doivent être déterminées pour garantir la sécurité d'utilisation de la (ou des) résistance(s). Ces températures de gaine ne doivent pas dépasser la température de tenue maximale indiquée de la résistance de traçage ou de la résistance en surface.

La densité de puissance et les températures de gaine maximales admissibles indiquées par le fabricant doivent être soumises à l'essai selon au moins l'une des méthodes suivantes:

- une théorie des systèmes (voir 5.2.13.2), permettant de valider la méthodologie de conception et les calculs du fabricant, selon laquelle la résistance de traçage ou la résistance en surface est soumise à un essai dans lequel le fabricant démontre sa capacité à concevoir et à prévoir des températures de gaine par la réalisation d'essais spécifiques, avec ou sans contrôle. Les essais pour la théorie des systèmes peuvent être omis si les résultats d'essai issus de la théorie des produits sont utilisés exclusivement.

Une fois qu'une application particulière (avec et/ou sans contrôle) a été prouvée en mettant en relation la puissance de sortie et la température de la gaine pour un produit particulier, des essais supplémentaires pour cette application ou d'autres applications peuvent alors être limités par analyse et par accord entre l'organisme d'essai et le fabricant.

- une théorie des produits (voir 5.2.13.3) selon laquelle les températures de gaine maximales sont déterminées dans un milieu artificiel sans contrôle.

5.2.13.2 Théorie des systèmes, méthode de vérification de la conception

5.2.13.2.1 Procédures conformément au type d'installation

Les procédures ci-dessous sont appliquées selon le type d'installation défini dans le domaine d'application, et sont destinées à valider la méthodologie de conception et les calculs du fabricant en ce qui concerne les températures de gaine maximales, avec ou sans contrôle.

Les températures de gaine mesurées ne doivent pas dépasser les valeurs calculées par le fabricant de plus de 10 K.

D'autres conditions de fonctionnement simulées peuvent faire l'objet d'un accord entre l'organisme d'essai et le fabricant.

5.2.13.2.2 Surfaces isolées et résistances de traçage

5.2.13.2.2.1 Généralités

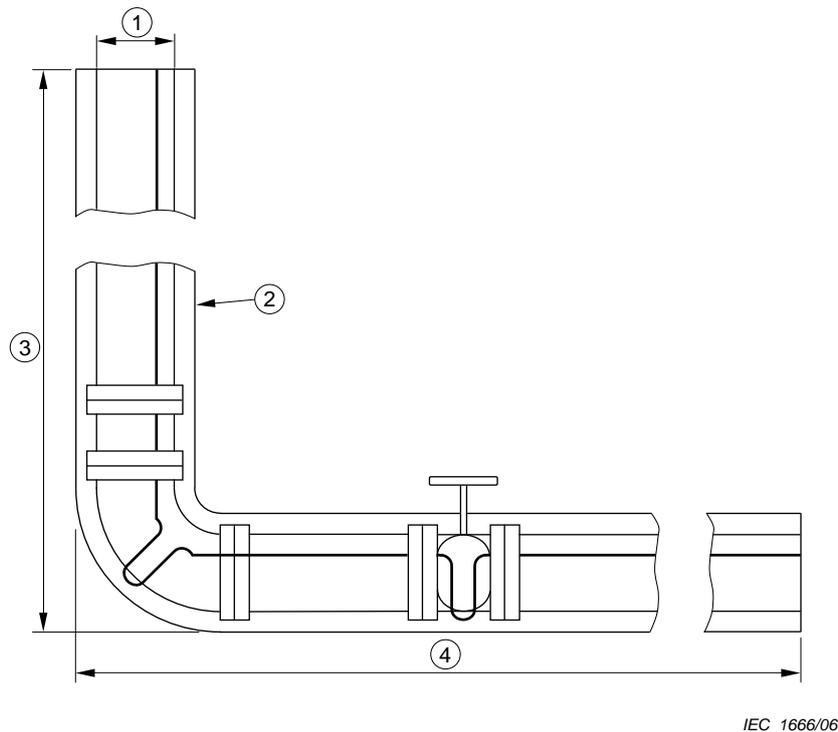
Ces essais doivent être réalisés à trois reprises en faisant varier des paramètres tels que le type d'isolation, l'épaisseur, la puissance de sortie ou le nombre d'échantillons.

5.2.13.2.2.2 Essai à l'aide d'un système de tuyauterie

Pour les résistances de traçage, l'appareil d'essai (voir Figure 8) doit être constitué d'une portion de tuyauterie horizontale de 3 m et d'une portion de tuyauterie verticale de 1,5 m minimum, de 50 mm à 150 mm de diamètre. Le tuyau doit être vide. Il convient qu'une vanne à obturateur avec bride ou une vanne équivalente (vanne papillon, soupape à disque, etc.) soit placée au milieu de la portion horizontale. La portion verticale doit être disposée de sorte que les brides d'extrémité se trouvent au centre. Les résistances de traçage doivent être

installées conformément aux instructions d'installation du fabricant, dans des positions situées entre 9 h et 3 h (partie supérieure du tuyau) sur la circonférence du tuyau. La puissance thermique de l'échantillon doit se situer dans la moitié supérieure de la tolérance de puissance thermique du dispositif de chauffage ou les conditions d'essai doivent être prises en compte pour obtenir des résultats similaires. Des thermocouples doivent être utilisés pour surveiller les températures de surface du tuyau, de la vanne et des brides, ainsi que les températures de gaine correspondantes en chacun de ces points. Les thermocouples et les câbles de connexion doivent être choisis et disposés de sorte à n'avoir aucun effet significatif sur l'évolution thermique des mesures de température, par exemple des thermocouples de Type J ou K de 0,2 mm² ou moins, selon le cas. Il convient que les thermocouples soient soudés par points sur les surfaces métalliques chauffées et les gaines métalliques des résistances de traçage à isolation minérale. En ce qui concerne la tresse métallique, les gaines polymère ou les surfaces chauffées non métalliques, il convient que les thermocouples soient fixés à l'aide d'une colle ou d'un ruban adaptés. Des thermocouples supplémentaires peuvent être placés en des points prévus pour être des points chauds, à la discrétion de l'organisme d'essai. Le système de tuyauterie doit être pourvu d'une isolation thermique souple d'au moins 25 mm d'épaisseur, en fibre de verre ou en laine minérale, par exemple, (surdimensionnée pour s'adapter à la résistance de traçage), et installé conformément aux procédures d'installation du fabricant. Les extrémités des tuyaux doivent être obturées et isolées thermiquement. Une longueur de tuyauterie supplémentaire peut être ajoutée à chaque extrémité de la section d'essai pour minimiser les effets d'extrémité dans la section d'essai ou une résistance de traçage supplémentaire peut être ajoutée dans la section d'essai dans le même but.

Sauf dans le cas où une température supérieure est spécifiée, la température ambiante ne doit pas dépasser 40 °C. La résistance de traçage doit être alimentée sous 110 % de sa tension assignée. On doit laisser les températures du système se stabiliser et consigner les relevés des thermocouples. Les températures de gaine mesurées ne doivent pas dépasser les valeurs calculées par le fabricant ou les limites de température spécifiées en 4.4.1.



Légende

- | | | | |
|---|--|---|-------|
| 1 | Valeur nominale de l'alésage du tuyau 50 mm – 150 mm | 3 | 1,5 m |
| 2 | Isolation souple d'au moins 25 mm d'épaisseur | 4 | 3 m |

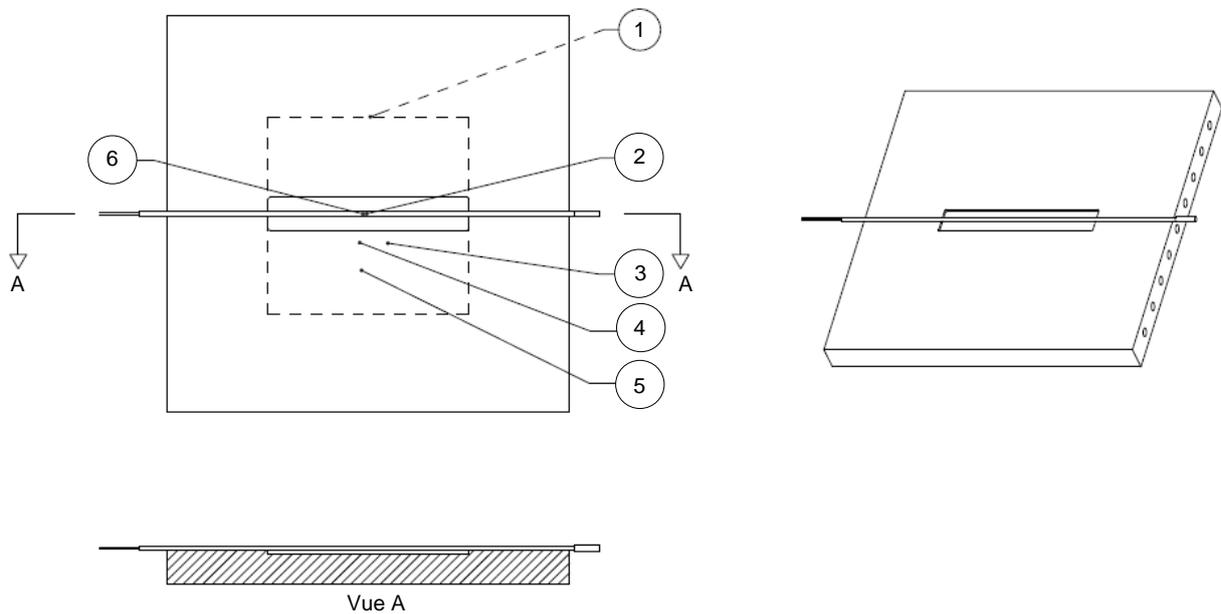
Figure 8 – Système de tuyauterie

5.2.13.2.2.3 Essai supplémentaire à l'aide d'une plaque de fixation

La température maximale du tuyau conformément à l'appareil et aux procédures d'essai de 5.2.13.2.2.2 doit être utilisée pour déterminer la température de pièce à traiter qui sera utilisée comme température de plaque.

L'appareil d'essai, illustré à la Figure 9 et à la Figure 10, doit être constitué d'une plaque en aluminium, de 600 mm × 600 mm × 50 mm avec les cartouches chauffantes, d'un régulateur thermique et de canaux de refroidissement. Le centre de la plaque comporte un caniveau (300 mm × 50 mm × 5 mm) au-dessus duquel doit être placé l'échantillon de résistance de traçage. La plaque est isolée thermiquement par au moins 75 mm de silicate de calcium à la base et au moins 150 mm de silicate de calcium sur les côtés. Le sommet de l'appareil est isolé par deux couches, constituées chacune de trois feuilles de silicate de calcium de 900 mm × 300 mm × 25 mm, ou par une autre isolation adaptée ayant fait l'objet d'un accord avec l'organisme d'essai. Il convient que l'isolation rigide soit recuite à 300 °C pendant 4 h pour réduire les risques de fissuration pendant l'utilisation. En cas d'utilisation de l'isolation rigide, la pièce centrale inférieure comprend une rainure de 13 mm de profondeur et de 19 mm de largeur ou une rainure plus grande si la dimension de la résistance de traçage l'exige. Les extrémités de la rainure doivent être remplies de laine minérale et, pour l'isolation rigide, un panneau de bois de 900 mm × 900 mm × 13 mm (environ 10 kg) est placé au sommet pour réduire les risques d'écartement. Un thermocouple doit être placé dans la zone d'essai de 300 mm × 300 mm pour contrôler la température de la plaque et trois thermocouples supplémentaires doivent être placés sur la plaque, comme indiqué à la Figure 9 et à la Figure 10.

Pour les résistances de traçage qui ne peuvent pas être croisées, un seul thermocouple doit être fixé au sommet de l'échantillon et la résistance doit être centrée au-dessus du caniveau comme indiqué à la Figure 9.



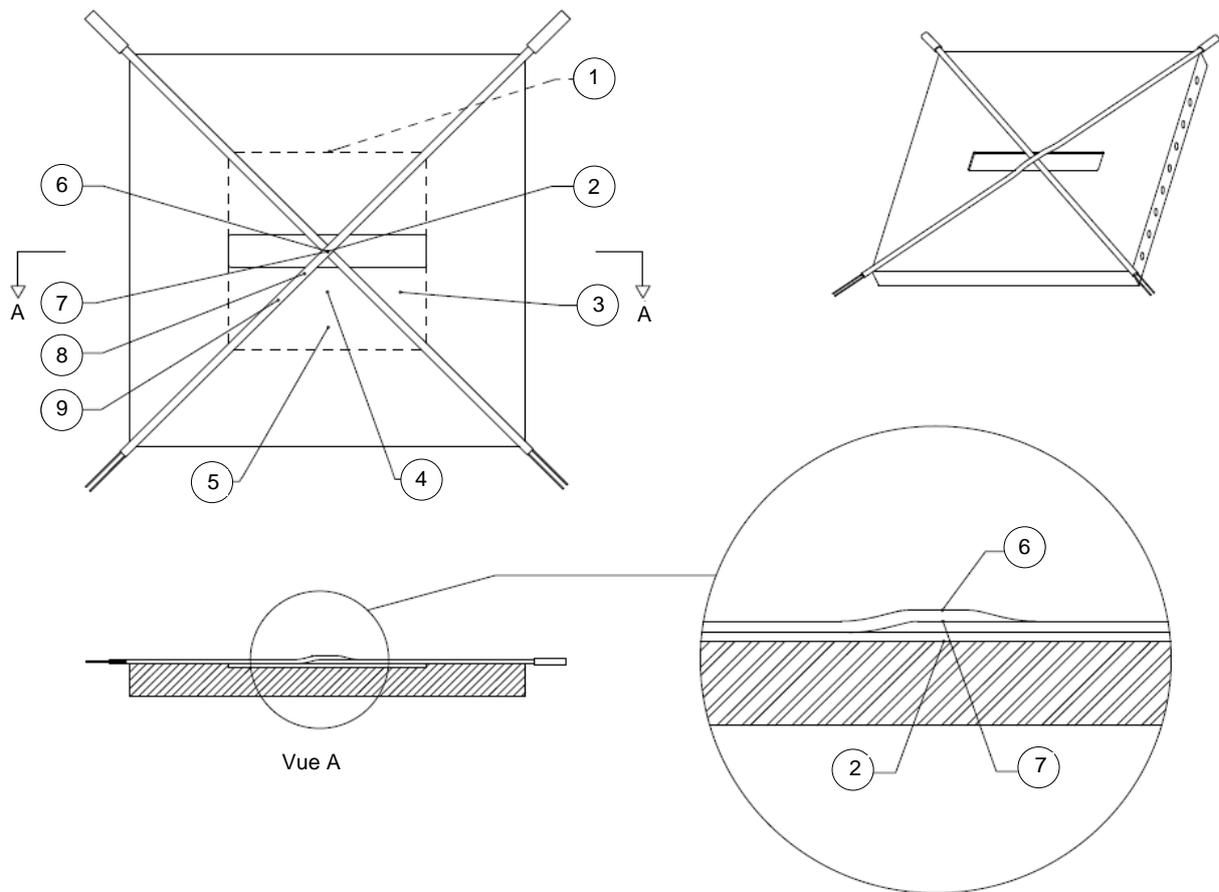
IEC 2222/13

Légende

- | | | | |
|---|--|---|--|
| 1 | Zone d'essai de 300 mm × 300 mm | 4 | Thermocouple à 75 mm du centre de la plaque |
| 2 | Thermocouple sur la surface inférieure du caniveau | 5 | Thermocouple à 150 mm du centre de la plaque |
| 3 | Point de contrôle de la température de la plaque
situé à 75 mm de l'axe du caniveau | 6 | Thermocouple sur la résistance de traçage |

Figure 9 – Plaque de fixation

Pour les résistances de traçage qui peuvent être croisées, deux résistances de traçage doivent être installées à la perpendiculaire l'une de l'autre, selon un angle de 45° par rapport à l'axe du caniveau, comme indiqué à la Figure 10.



IEC 2223/13

Légende

- | | | | |
|---|--|---|--|
| 1 | Zone d'essai de 300 mm × 300 mm | 6 | Thermocouple sur la résistance de traçage |
| 2 | Thermocouple sur la surface inférieure du caniveau | 7 | Thermocouple entre les résistances de traçage |
| 3 | Point de contrôle de la température de la plaque
situé à 75 mm de l'axe du caniveau | 8 | Thermocouple sur la résistance de traçage
à 75 mm du centre de la plaque |
| 4 | Thermocouple à 75 mm du centre de la plaque | 9 | Thermocouple sur la résistance de traçage
à 150 mm du centre de la plaque |
| 5 | Thermocouple à 150 mm du centre de la plaque | | |

Figure 10 – Plaque de fixation, le contact entre les résistances de traçage étant autorisé

Quatre thermocouples doivent être installés sur les résistances de traçage. Un thermocouple doit être fixé sur la gaine supérieure du câble supérieur, au niveau du point de croisement. Un thermocouple supplémentaire doit être placé entre les échantillons croisés, au niveau du point central. Deux thermocouples supplémentaires doivent être fixés sur l'une des résistances de traçage, respectivement à 75 mm et à 150 mm du centre de la plaque, comme indiqué à la Figure 10.

Les thermocouples et les câbles de connexion doivent être choisis et disposés de sorte à n'avoir aucun effet significatif sur l'évolution thermique des mesures de température, par exemple des thermocouples de Type K de 0,2 mm² ou moins.

Il convient que les thermocouples soient fixés sur les câbles à isolation minérale et autres surfaces métalliques continues par soudage, par brasage ou selon d'autres méthodes adaptées. Il convient que les thermocouples soient fixés sur la tresse métallique ou les gaines non métalliques à l'aide de colles ou de rubans adaptés.

La puissance thermique des échantillons doit se situer dans la moitié supérieure de la tolérance de puissance thermique de la résistance de traçage ou les conditions d'essai doivent être ajustées pour obtenir des résultats similaires.

Le régulateur thermique de la plaque doit être mis sous tension et la température doit être réglée comme souhaité. Une fois que la température s'est stabilisée et que les quatre thermocouples se trouvent à moins de 2 °C les uns des autres, l'échantillon de résistance de traçage doit être mis sous tension et le taux de variation de la température de gaine doit être surveillé jusqu'à ce qu'il passe en dessous du seuil de 1 °C pour 30 min.

Des mesures doivent être effectuées à trois températures de plaque et à trois puissances de sortie couvrant la plage assignée par le fabricant (c'est-à-dire neuf ensembles de mesures).

La température de gaine la plus élevée, la puissance de sortie et la température de la plaque doivent être consignées. Les températures de surface mesurées ne doivent pas dépasser la valeur calculée par le fabricant ni la température de tenue maximale indiquée par le fabricant.

5.2.13.2.3 Surfaces isolées et résistances en surface

Cet essai doit être réalisé à trois reprises en faisant varier des paramètres tels que le type d'isolation, l'épaisseur, la puissance de sortie ou le nombre d'échantillons.

Pour les résistances en surface, une section représentative doit être appliquée sur une plaque en acier de 6 mm conformément aux instructions du fabricant. La plaque en acier ne doit pas déborder de plus de 25 mm sur l'un ou l'autre des côtés de la résistance en surface. Les thermocouples doivent être placés en des points prévus pour être des points chauds, à la discrétion de la station d'essai. Le côté chauffé de la plaque doit être pourvu d'une isolation thermique d'au moins 25 mm. La plaque est ensuite placée dans un environnement de température ambiante stable selon une orientation verticale. La résistance en surface doit être alimentée sous 110 % de la tension assignée. Après stabilisation, les relevés des thermocouples doivent être consignés de même que la température ambiante. Les températures de gaine mesurées ne doivent pas dépasser la valeur calculée par le fabricant ni la température de tenue maximale indiquée par le fabricant.

5.2.13.2.4 Chauffage en surface exposé à l'extérieur

Pour les résistances de traçage ou les résistances en surface destinées au chauffage de toits ou de gouttières, l'appareil d'essai doit être constitué d'un toit simulé composé d'un panneau de contreplaqué en sapin de 1,2 m × 1,8 m, monté selon un angle de 45° par rapport à l'horizontale. De plus, l'installation doit comprendre une portion de gouttière horizontale de 1,8 m et une portion de tuyau de descente pluviale verticale de 2 m. La résistance de traçage ou la résistance en surface et les dispositifs de fixation doivent être installés sur le toit, la gouttière et le tuyau de descente pluviale conformément aux instructions du fabricant. La résistance de traçage ou la résistance en surface doit se croiser elle-même sur le toit, à moins que les instructions du fabricant ne l'interdisent. La gaine de la résistance de traçage ou de la résistance en surface doit comporter des thermocouples installés au niveau des points médians des portions verticale et horizontale, et du point médian de la portion de toit (et du croisement, le cas échéant). La résistance de traçage ou la résistance en surface doit être mise sous tension dans des conditions de vent nul, à la température ambiante maximale. La température de gaine la plus élevée doit être consignée une fois les conditions de fonctionnement normal du système établies.

Pour les résistances de traçage ou les résistances en surface destinées à des applications concernant des structures métalliques extérieures, telles que le dégivrage des rails, l'appareil d'essai doit être constitué d'un rail, d'une plaque en acier ou d'une autre installation représentative de l'application prévue. Le dispositif de chauffage doit être installé sur la surface de montage avec les boucles de dilatation (le cas échéant) et tout autre accessoire conformément aux instructions d'installation du fabricant. Des thermocouples doivent être utilisés pour surveiller la surface métallique, la gaine du dispositif de chauffage et les points prévus pour être des points chauds, à la discrétion de l'organisme d'essai. Pour l'essai de la

température maximale, l'appareil doit être placé dans une chambre climatique à la température ambiante maximale. La température de gaine la plus élevée doit être consignée une fois les conditions de fonctionnement normal du système établies.

Les températures de gaine mesurées ne doivent pas dépasser les valeurs calculées par le fabricant ni la température de tenue maximale indiquée par le fabricant.

5.2.13.2.5 Chauffage intégré

Pour les résistances de traçage ou les résistances en surface destinées à des applications intégrées, telles que la fonte de la neige sur des dalles en béton, une installation d'essai constituée d'une dalle en béton coffré de 1 m × 1 m × 90 mm doit être construite. Cette installation doit comprendre un joint d'expansion sur la largeur et ne doit comporter aucune armature en acier. Si les applications prévues ne font pas intervenir de béton, une installation similaire doit être construite à l'aide de matériaux représentatifs.

La résistance de traçage ou la résistance en surface doit être installée conformément aux instructions d'installation du produit, en utilisant l'espacement minimal admissible et la densité de watts maximale. On doit faire en sorte que la résistance de traçage ou la résistance en surface se croise elle-même, à moins que les instructions ne l'interdisent. Des thermocouples doivent être installés dans le milieu d'intégration, entre deux passages successifs du dispositif de chauffage; sur la gaine de la résistance de traçage ou de la résistance en surface, au centre de l'installation; au point de croisement, le cas échéant, et sur la gaine de la résistance de traçage ou de la résistance en surface, à l'endroit où celle-ci sort du substrat. Des thermocouples doivent également être placés au niveau de tous les autres points prévus pour être des points chauds, à la discrétion de l'organisme d'essai. Un revêtement fabriqué à partir d'un matériau d'isolation spécifié doit être placé sur le substrat, si les spécifications associées à l'application le prévoient.

L'installation doit être placée dans une chambre climatique sur une isolation thermique rigide de 50 mm. La température ambiante de la chambre climatique doit être amenée à la température ambiante maximale spécifiée. La température de gaine la plus élevée doit être consignée une fois les conditions de fonctionnement normal du système établies.

Les températures de gaine mesurées ne doivent pas dépasser la valeur calculée par le fabricant ni la température de tenue maximale indiquée par le fabricant.

5.2.13.2.6 Systèmes de traçage à l'intérieur des conduits et des tuyaux

Pour les résistances de traçage ou les résistances en surface destinées à être installées à l'intérieur des conduits et des tuyaux, l'installation d'essai doit être constituée d'une portion de conduit ou de tuyau horizontale de 3 m et d'une portion de conduit ou de tuyau verticale de 1,5 m, présentant un diamètre représentatif de l'application. On doit faire en sorte que la résistance de traçage ou la résistance en surface se croise elle-même, à moins que les instructions ne l'interdisent. Des thermocouples doivent être utilisés pour surveiller la température de gaine de la résistance de traçage ou de la résistance en surface, le point de croisement (le cas échéant), la température des connexions et la température du conduit ou du tuyau. Des thermocouples doivent également être placés au niveau de tous les autres points prévus pour être des points chauds, à la discrétion de l'organisme d'essai.

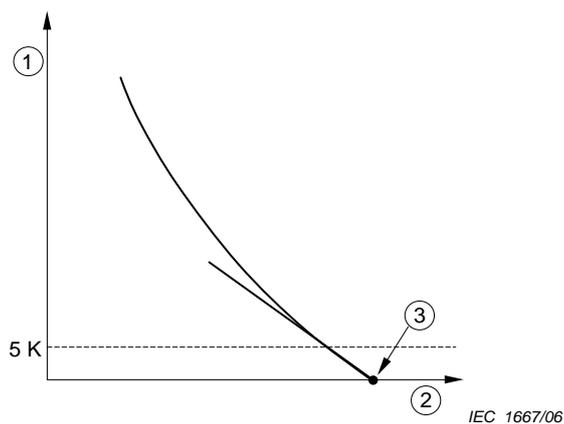
L'installation doit être placée dans une chambre climatique et la température ambiante de cette chambre doit être amenée à la température maximale spécifiée. La température de gaine la plus élevée doit être consignée une fois les conditions de fonctionnement normal du système établies.

Les températures de gaine mesurées ne doivent pas dépasser les valeurs calculées par le fabricant ni la température de tenue maximale indiquée par le fabricant.

5.2.13.3 Théorie des produits

Un échantillon de résistance de traçage d'au moins 1,5 m de long est placé en spirale peu serrée dans une étuve. Pour les résistances en surface, un échantillon représentatif est placé à l'horizontale dans l'étuve. La puissance thermique de l'échantillon doit se situer dans la moitié supérieure de la tolérance de puissance thermique de la résistance de traçage ou les données doivent être ajustées pour refléter la limite supérieure de la tolérance de puissance de sortie.

Des thermocouples représentatifs doivent être utilisés pour surveiller les températures de gaine de l'échantillon; ils doivent être placés à 500 mm de chaque extrémité. Un thermocouple supplémentaire est utilisé pour surveiller la température à l'intérieur de l'étuve. La résistance de traçage doit être alimentée sous 110 % de la tension assignée. La température ambiante de l'étuve doit être augmentée à partir de la température ambiante par paliers de 15 K maximum. À chaque palier de température, on doit laisser la température de l'étuve et celle de la gaine de la résistance de traçage ou de la résistance en surface se stabiliser et atteindre l'équilibre thermique. Les températures de l'étuve et de la gaine de la résistance de traçage ou de la résistance en surface doivent être consignées pour chacun des paliers successifs jusqu'à ce que la différence (ΔT) entre les deux soit inférieure ou égale à 5 K. Une courbe doit être tracée à partir des données d'essai et une droite doit être tracée tangentiellement à la courbe au point correspondant à la différence de température de 5 K, puis prolongée jusqu'à la valeur de 0 K. La température lue au point d'intersection doit être considérée comme étant la température de gaine maximale, comme indiqué à la Figure 11.



Légende

- 1 Température de l'échantillon moins température ambiante de l'étuve ($T_s - T_0$), K
- 2 Température de l'étuve (T_0), °C
- 3 Valeur consignée de T_s , °C

Figure 11 – Température de gaine maximale déterminée à l'aide de la théorie des produits

5.2.14 Vérification du courant de démarrage

Le courant de démarrage de la résistance de traçage ou de la résistance en surface doit être mesuré en fonction de la température ambiante minimale telle qu'indiquée par le fabricant. Un échantillon de résistance de traçage d'au moins 1 m de long doit être installé conformément aux instructions du fabricant sur une barre pleine ou un tuyau en acier rempli de liquide d'au moins 50 mm de diamètre; les résistances en surface doivent, quant à elles, être disposées sur un dissipateur thermique en métal plat. Les données doivent être ajustées pour refléter la limite supérieure de la tolérance de puissance de sortie, en multipliant les valeurs d'essai par le rapport entre le niveau de tolérance de puissance maximal et la puissance de sortie réelle de l'échantillon.

L'appareil d'essai doit être complètement recouvert d'une isolation thermique et conditionné à la température ambiante minimale pendant au moins 4 h.

NOTE L'appareil décrit en 5.2.10 peut être utilisé pour cet essai.

A l'issue de la période de conditionnement, la tension assignée doit être appliquée et la caractéristique du courant temps/valeur efficace doit être consignée de 0 à 300 s. Le courant de démarrage consigné doit correspondre à la réponse de courant la plus élevée de trois échantillons. Cette caractéristique temps-courant ne doit pas être supérieure à la valeur indiquée par le fabricant.

5.2.15 Vérification de la résistance électrique du revêtement électriquement conducteur

La résistance électrique de la tresse ou de la gaine métallique ou de tout autre revêtement électriquement conducteur doit être mesurée entre 10 °C et 40 °C sur une longueur de résistance de traçage d'au moins 3 m ou sur un échantillon représentatif d'une résistance en surface. Cette résistance doit être inférieure ou égale à la valeur indiquée par le fabricant. Une considération supplémentaire doit être appliquée par l'organisme d'essai pour l'évaluation des matériaux équivalents autres que la tresse ou la gaine métallique.

5.2.16 Essai de décharge de traction des connexions (terminaisons)

Les connexions conçues pour terminer les conducteurs d'alimentation exposés des résistances de traçage ou des résistances en surface directement dans des enveloppes exposées doivent être soumises à l'essai de décharge de traction. Un échantillon de chacune des connexions assurant la décharge de traction doit être soumis à cet essai. Ces échantillons sont constitués d'une longueur de résistance de traçage d'au moins 300 mm fixée sur le raccord étudié conformément aux instructions du fabricant. Une charge fixe de 9 kg pour les conducteurs de moins de 0,81 mm² et de 16 kg dans tous les autres cas doit être progressivement appliquée entre la résistance de traçage ou la résistance en surface et le raccord. Cette charge doit être maintenue pendant une durée de 1 min. Suite à cet essai, les conducteurs d'alimentation de la résistance de traçage ou de la résistance en surface ne doivent pas se desserrer ni s'écarter de plus de 1 mm du raccord lors de la mesure effectuée après le retrait de la charge et on ne doit observer aucun dommage au niveau des conducteurs, de l'isolation ou du raccord.

5.3 Essais de type – Essais complémentaires pour les installations de chauffage en surface exposées à l'extérieur sans isolation thermique

5.3.1 Vérification de la puissance assignée

La puissance assignée de la résistance de traçage ou de la résistance en surface doit être vérifiée en appliquant la procédure décrite en 5.2.10.3.3.

5.3.2 Détermination de la température de gaine maximale

Les températures de gaine maximales de la résistance de traçage ou de la résistance en surface doivent être vérifiées en appliquant la procédure décrite en 5.2.13.2.4.

5.3.3 Essai de résistance à l'humidité accrue

Un échantillon de résistance de traçage d'au moins 3 m ou une résistance en surface représentative, avec toutes les connexions et tous les connecteurs d'extrémité intégrés, doivent être immergés dans de l'eau entre 10 °C et 25 °C pendant une durée de 2 000 h (12 semaines).

À l'issue du conditionnement ci-dessus, l'échantillon doit être soumis à l'essai diélectrique de 5.2.1 et il doit y résister pendant 1 min sans claquage diélectrique. Le même échantillon doit ensuite être soumis à l'essai de la résistance d'isolement électrique de 5.2.2 et la valeur mesurée ne doit pas être inférieure à 50 MΩ.

5.3.4 Essai aux UV

Un échantillon de résistance de traçage d'environ 300 mm de long ou un échantillon représentatif d'une résistance en surface doit être exposé à une source d'éclairage à arc au xénon telle que décrite dans la Procédure B de la CEI 60068-2-5.

Les échantillons sont exposés au rayonnement de l'arc au xénon pendant 20 jours. Le cycle doit être réglé sur 20 h de lumière et 4 h d'obscurité. À l'issue de cette période, les échantillons doivent être retirés de l'appareil d'essai et soumis à l'essai de pliage à froid de 5.2.7.

Les résistances de traçage ou les résistances en surface comportant une gaine métallique continue sans habillage extérieur doivent être dispensées de cet essai.

5.3.5 Essai de résistance à la coupe

Un échantillon de résistance de traçage ou de résistance en surface d'au moins 200 mm de long doit être soumis à cet essai. L'échantillon doit être placé sur un support plan en acier rigide. Une arête de coupe en métal de 0,25 mm de rayon doit être montée au-dessus de l'échantillon, perpendiculairement à ce dernier. Un ohmmètre doit être fixé sur les conducteurs de la résistance de traçage ou de la résistance en surface court-circuités ensemble et sur l'arête de coupe en métal.

Une charge d'épreuve de 445 N doit être progressivement appliquée à l'arête de coupe tandis qu'elle frappe l'échantillon. L'ohmmètre doit être utilisé pour vérifier que l'arête de coupe ne passe pas à travers l'isolation et n'entre pas en contact avec les conducteurs de la résistance de traçage ou de la résistance en surface.

5.3.6 Essai d'abrasion

Six échantillons de résistances de traçage d'environ 1 m de long doivent être soumis à cet essai. La résistance électrique de la gaine, la tresse ou l'écran métalliques, ou de tout revêtement électriquement conducteur équivalent de chacun des échantillons doit être mesurée avec un ohmmètre d'une précision de $\pm 1\%$. La résistance initiale moyenne doit être calculée.

Les échantillons doivent être placés dans l'appareil d'essai d'abrasion comme indiqué à la Figure 12. Une extrémité de chaque échantillon doit être fixée sur un plateau alternatif horizontal et l'autre extrémité de chaque échantillon doit être fixée sur une masse de 340 g. Chaque échantillon doit être posé sur un cylindre de 90 mm de rayon placé à l'extrémité du plateau et recouvert d'une couche neuve de toile émeri de grain 1/2 (moyen) ou de papier abrasif de grosseur de grain 120 à liant résinoïde/au carbure de silicium. L'axe longitudinal du cylindre doit être horizontal et perpendiculaire à chacun des échantillons.

Le plateau doit débuter son va-et-vient à une vitesse d'environ 30 cycles par minute. Chaque cycle doit être constitué d'un mouvement de va-et-vient complet avec une course d'environ 160 mm. Le plateau doit être arrêté tous les 50 cycles et le matériau abrasif doit être remplacé ou remplacé de sorte que tous les échantillons soient soumis à l'abrasion au moyen d'une surface fraîche du matériau abrasif dans les cycles ultérieurs. Après 2 500 cycles, on doit mettre fin à l'essai et mesurer de nouveau la résistance de la gaine ou de la tresse conductrice de chacun des échantillons. La résistance moyenne doit être calculée et comparée à la valeur moyenne initiale. La valeur moyenne finale de la résistance ne doit pas dépasser 125 % de la valeur moyenne initiale. De même, si les échantillons sont munis d'une gaine de protection externe, la gaine ou la tresse conductrice sous-jacente ne doit pas être exposée.

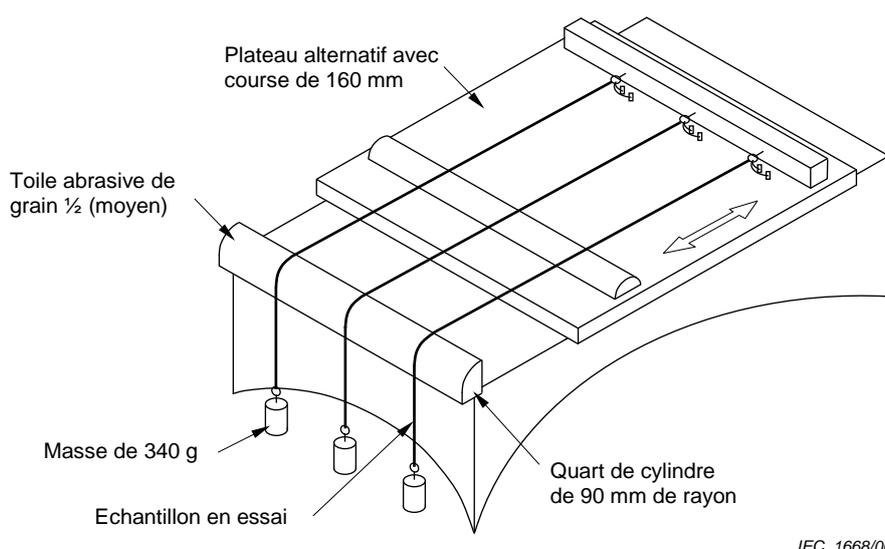


Figure 12 – Essai d'abrasion

5.3.7 Essai de traction

Une masse de 30 kg ou une masse suffisante pour imposer la valeur de traction maximale établie par le fabricant, à savoir la valeur la plus élevée des deux, doit être suspendue par l'extrémité libre de la section chauffante d'un échantillon de 1 m de long pendant 1 h, l'autre extrémité de l'échantillon étant solidement fixée. Il ne doit y avoir aucune rupture des conducteurs ou de la tresse et on ne doit observer aucun dommage au niveau de l'isolation (à l'exception des zones où l'échantillon a été fixé).

5.3.8 Essai des pics de tension d'un système ferroviaire

Les systèmes de chauffage des rails sont régulièrement soumis à des pics de tension provenant de la source d'alimentation. Pour les résistances de traçage ou les résistances en surface destinées à des applications concernant des structures métalliques extérieures, telles que le dégivrage des rails, un échantillon de résistance de traçage d'au moins 2 m de long ou une résistance en surface représentative doivent être soumis à 1 000 cycles d'impulsions de 5 000 V. Il convient que chaque impulsion présente un temps de montée de 1,2 μ s et un temps de descente de 50 μ s. L'échantillon doit ensuite satisfaire aux exigences de 5.2.1 et de 5.2.2.

5.3.9 Essai de surtension d'un système ferroviaire

Certains systèmes de chauffage des rails peuvent connaître des conditions de surtension se prolongeant sur de longues périodes. Pour les résistances de traçage ou les résistances en surface destinées à des applications concernant des structures métalliques extérieures, telles que le dégivrage des rails, un échantillon de résistance de traçage d'au moins 2 m de long ou une résistance en surface représentative doivent être choisis. L'échantillon doit être installé sur une surface de montage représentative avec les boucles de dilatation (le cas échéant) et tout autre accessoire conformément aux instructions d'installation du fabricant. La température de l'air ambiant environnant doit être maintenue à la température ambiante maximale établie pour le système.

Une tension égale à 1,25 fois la tension de service nominale doit être appliquée pendant 1 h. L'échantillon doit ensuite satisfaire aux exigences de 5.2.1 et de 5.2.2.

5.4 Essais de type – Essais complémentaires et essais modifiés pour les applications de chauffage intégré

5.4.1 Vérification de la puissance assignée

La puissance assignée de la résistance de traçage ou de la résistance en surface doit être vérifiée en appliquant la procédure décrite en 5.2.10.3.4.

5.4.2 Détermination de la température de gaine maximale

Les températures de gaine maximales de la résistance de traçage ou de la résistance en surface doivent être vérifiées en appliquant la procédure décrite en 5.2.13.2.5.

5.4.3 Essai de résistance à la coupe

La résistance à la coupe de la résistance doit être vérifiée en appliquant l'essai décrit en 5.3.5.

5.4.4 Essai d'inflammabilité

Les résistances de traçage, les résistances en surface et les composants destinés à des applications intégrées, telles que la fonte de la neige sur des dalles en béton, qui doivent être complètement intégrés, peuvent être dispensés de l'essai d'inflammabilité décrit en 5.2.3.

5.5 Essais de type – Essais complémentaires pour les applications de systèmes de traçage à l'intérieur des conduits et des tuyaux

5.5.1 Vérification de la puissance assignée

La puissance assignée de la résistance de traçage ou de la résistance en surface doit être vérifiée en appliquant la procédure décrite en 5.2.10.3.5.

5.5.2 Détermination de la température de gaine maximale

Les températures de gaine maximales de la résistance de traçage ou de la résistance en surface doivent être vérifiées en appliquant la procédure décrite en 5.2.13.2.6.

5.5.3 Essai de résistance à l'humidité accrue

5.5.3.1 Systèmes non pressurisés

Les résistances de traçage, les résistances en surface et les composants destinés à être utilisés dans des systèmes non pressurisés doivent être soumis à l'essai décrit en 5.3.3.

5.5.3.2 Systèmes pressurisés

NOTE Le matériel destiné à un usage au contact de l'eau potable peut faire l'objet d'exigences régionales ou nationales qui ne relèvent pas du domaine d'application de la présente norme.

Les résistances de traçage, les résistances en surface et les composants destinés à être utilisés dans des systèmes pressurisés doivent être soumis à l'essai suivant de résistance à l'humidité accrue.

Un échantillon de résistance de traçage à composants intégrés (au moins 3 m de long pour les résistances de traçage) doit être immergé dans de l'eau entre 10 °C et 25 °C, ou à la température de stabilisation maximale indiquée par le fabricant si cette dernière est supérieure, et mis sous pression pendant une durée de 2 000 h (12 semaines). La pression doit correspondre à la pression assignée indiquée par le fabricant plus 20 %.

A l'issue du conditionnement ci-dessus, l'échantillon doit être soumis aux essais décrits en 5.2.1 et en 5.2.2. De plus, aucun des composants ne doit présenter de signes de pénétration d'eau.

5.5.4 Essai de force de traction

Une masse de 68 kg ou une masse suffisante pour appliquer la valeur de force de traction maximale du conduit établie par le fabricant doit être suspendue par l'extrémité libre d'un échantillon de 1 m de long pendant 1 min, l'autre extrémité de l'échantillon étant solidement fixée. La masse doit ensuite être retirée et l'échantillon doit être soumis à l'essai diélectrique de 5.2.1, et il doit y résister pendant 1 min sans claquage diélectrique. De même, il ne doit y avoir aucune rupture des conducteurs ou de la tresse et on ne doit observer aucun dommage au niveau de l'isolation (à l'exception des zones où l'échantillon a été fixé).

5.6 Essais de type – Exigences supplémentaires pour les installations d'arrosage

5.6.1 Essai en fonctionnement normal et anormal

Ces essais s'appliquent uniquement aux systèmes de traçage destinés à être utilisés sur des installations d'arrosage.

La résistance de traçage ou la résistance en surface et les composants qui lui sont associés doivent réussir tous les essais de type applicables de 5.2. De plus, ils doivent réussir les essais en fonctionnement normal et anormal ci-dessous pour valider leur utilisation. Le contrôle de température stipulé en 4.4.1 doit être inclus.

5.6.2 Essai en fonctionnement normal

Le matériel de traçage installé sur le montage de tuyauterie doit être alimenté conformément aux instructions du fabricant et les températures doivent être mesurées afin de déterminer qu'une fois installée comme prévu sur le montage de dérivation et d'alimentation d'une installation d'arrosage spécifiée, la résistance de traçage ou la résistance en surface doit maintenir les températures de surface des tuyaux à une valeur égale à 4 °C minimum et à 38 °C maximum.

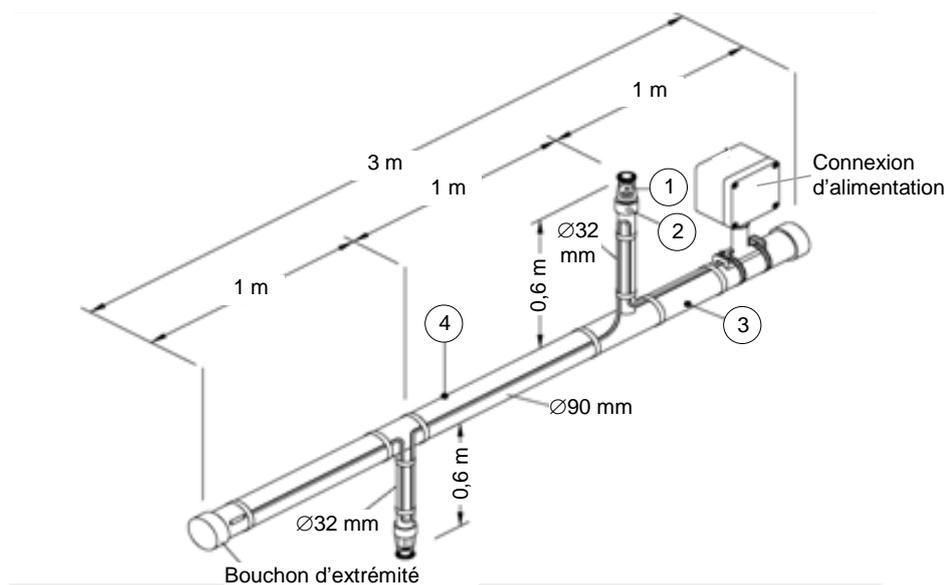
La résistance de traçage ou la résistance en surface doit être installée sur les montages de tuyauterie illustrés à la Figure 13 (ou la Figure 14) et à la Figure 15. La Figure 14 montre un montage différent de celui de la Figure 13. Le montage de tuyauterie illustré à la Figure 14 peut être utilisé à la place du montage d'essai comportant 3 m de tuyau ayant un diamètre extérieur de 90 mm (ou de dimension nominale la plus proche) et deux chevilles (l'une disposée vers le haut et l'autre vers le bas). Ce montage de tuyauterie est constitué de 2 m de tuyau ayant un diamètre extérieur de 90 mm (ou de dimension nominale la plus proche) et d'une seule cheville. Cette cheville doit être orientée vers le bas pour l'essai réalisé à la température ambiante minimale, décrit au point a) ci-dessous, et orientée verticalement vers le haut pour l'essai décrit au point b) ci-dessous. Une tuyauterie en acier de nomenclature 40 (ou équivalente) doit être utilisée pour construire les montages de tuyauterie. Si le fabricant fait référence à l'utilisation de la résistance de traçage ou de la résistance en surface avec des matériaux de tuyauterie non métalliques tels que le plastique, les essais effectués à l'aide du montage de tuyauterie décrit à la Figure 13 (ou la Figure 14) doivent être réalisés avec chacun de ces matériaux. Noter que les systèmes de traçage réservés au réseau d'alimentation des installations d'arrosage (et non aux dérivations comportant les têtes d'arrosage) sont uniquement soumis au montage de tuyauterie référencé à la Figure 15.

Le système de traçage, y compris l'isolation thermique, doit être installé conformément aux instructions d'installation du fabricant, ce qui comprend l'installation du système de traçage à une distance des arroseurs correspondant à la distance minimale admise indiquée à la Figure 13 (ou la Figure 14).

Des thermocouples doivent être installés pour mesurer les températures de surface des tuyaux aux points indiqués à la Figure 13 (ou la Figure 14) et à la Figure 15.

Chaque montage doit être installé dans une chambre d'essai de conditionnement. Les sorties des arroseurs doivent être orientées dans un plan vertical et les conditions d'essai ci-dessous doivent être maintenues jusqu'à ce que l'équilibre thermique soit atteint (relevés de température constants), c'est-à-dire que trois relevés successifs effectués à des intervalles équivalant à 10 % de la durée écoulée de l'essai, sans être inférieurs à 15 min, ne révèlent aucune augmentation supplémentaire. La température de la chambre d'essai doit correspondre à :

- a) la température ambiante minimale référencée dans les instructions d'installation du fabricant, pour autant qu'elle ne soit pas supérieure à moins 20 °C, lorsque l'échantillon est exposé à un déplacement d'air de 2 m/s maximum;
- b) une température ambiante de 35 ± 2 °C lorsque l'échantillon est exposé à un déplacement d'air de 2 m/s maximum.

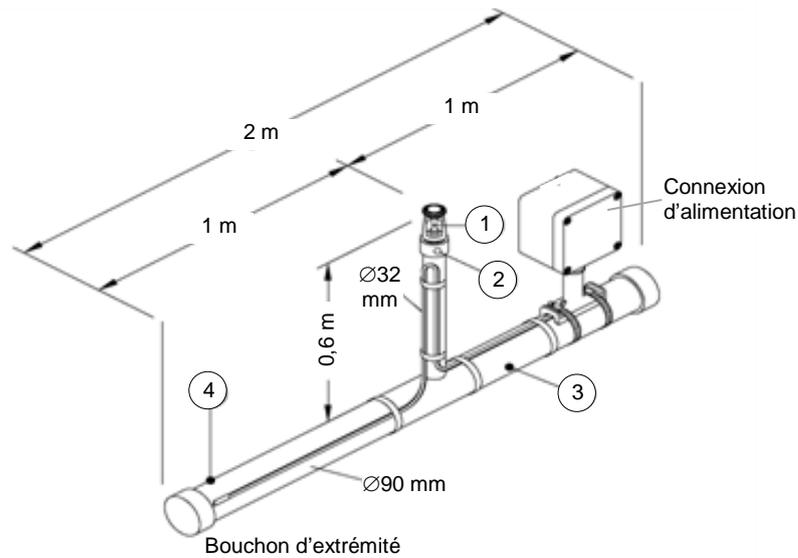


IEC 2224/13

Légende Position des thermocouples

- 1 Au niveau de la tête d'arrosage
- 2 Sur le tuyau à cheville de 32 mm de diamètre extérieur adjacent à la tête d'arrosage
- 3 Sur le tuyau de dérivation de 90 mm de diamètre extérieur à environ 0,3 m de la cheville
- 4 Sur le tuyau de dérivation de 90 mm de diamètre extérieur à environ 0,9 m de la cheville

Figure 13 – Essai de contrôle de la température d'une installation d'arrosage – montage de dérivation

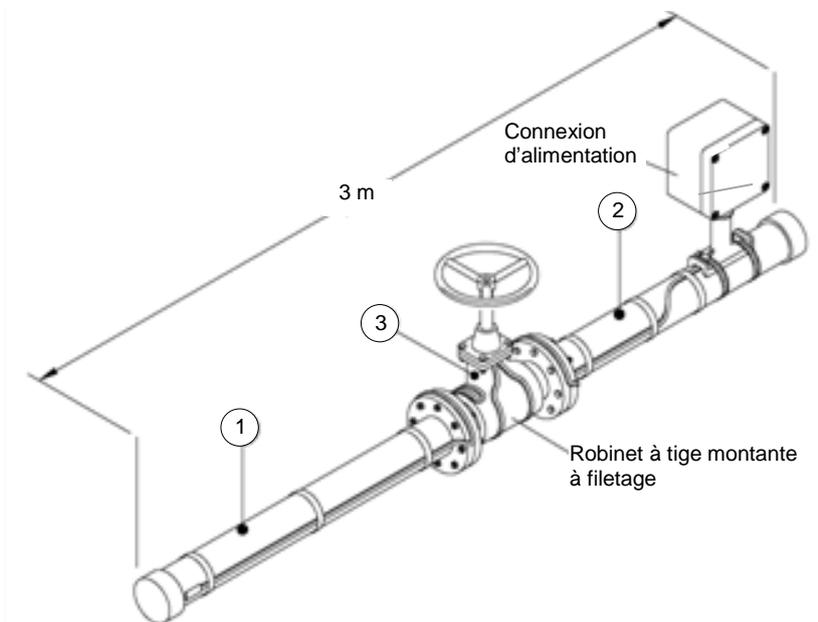


IEC 2225/13

Légende Position des thermocouples

- 1 Au niveau de la tête d'arrosage
- 2 Sur le tuyau à cheville de 32 mm de diamètre extérieur adjacent à la tête d'arrosage
- 3 Sur le tuyau de dérivation de 90 mm de diamètre extérieur à environ 0,3 m de la cheville
- 4 Sur le tuyau de dérivation de 90 mm de diamètre extérieur à environ 0,9 m de la cheville

Figure 14 – Essai de contrôle de la température d'une installation d'arrosage – autre montage de dérivation



IEC 2226/13

Légende Position des thermocouples

- 1 Sur le tuyau de 110 mm de diamètre extérieur à environ 1 m de la bride du robinet
- 2 Sur le tuyau de 110 mm de diamètre extérieur à environ 0,5 m de la bride du robinet
- 3 Sur le corps du robinet à tige montante à filetage extérieur, à l'écart de l'échantillon de résistance

Figure 15 – Essai de contrôle de la température d'une installation d'arrosage – montage d'alimentation

5.6.3 Essai en fonctionnement anormal

Une fois la résistance installée comme prévu sur la dérivation d'une installation d'arrosage telle que spécifiée ci-dessous, les régulateurs thermiques principaux étant désactivés, les températures de surface des tuyaux ne doivent pas dépasser 55 °C ou 8 °C de moins que la température assignée minimale des arroseurs destinés à être utilisés avec le système, selon la valeur la plus faible.

NOTE On peut obtenir ceci en utilisant un limiteur de température haute distinct pour mettre la résistance de traçage hors tension avec une réinitialisation et une annonce automatique.

Le système de traçage, y compris l'isolation, doit être installé sur la dérivation d'arrosage comme spécifié à la Figure 13 (ou la Figure 14, cheville vers le haut). Pour les résistances de traçage enroulées en spirale, utiliser 120 % de la longueur de résistance de traçage spécifiée par le fabricant pour les sections de ce type.

Des thermocouples doivent être installés pour mesurer les températures de surface des tuyaux comme spécifié à la Figure 13 (ou la Figure 14). Le régulateur thermique principal étant désactivé et le système de traçage fonctionnant sous 110 % de la tension assignée, le montage d'essai doit être installé dans une chambre de conditionnement, les sorties des arroseurs se trouvant dans un plan vertical. L'échantillon d'essai doit être exposé à une température ambiante de 35 ± 2 °C, l'échantillon étant exposé à un déplacement d'air de 2 m/s maximum.

5.7 Essais individuels de série

5.7.1 Essai diélectrique

La gaine d'isolation électrique principale de la résistance de traçage ou de la résistance en surface doit supporter un essai d'isolation à sec sous une tension minimale de 6 000 V en courant alternatif. L'essai d'isolation à sec doit avoir une forme d'onde pratiquement sinusoïdale entre 2 500 Hz et 3 500 Hz. Pour une alimentation de 3 000 Hz, la vitesse en mètres par seconde du produit ne doit pas dépasser 3,3 fois la longueur de l'électrode en centimètres; cette exigence est proportionnelle à la fréquence.

En cas de non-réalisation de l'essai d'isolation à sec, les essais diélectriques décrits en 5.2.1 doivent être réalisés (à ceci près que la tension d'essai doit être maintenue pendant 1 s au lieu de 1 min).

Après application d'un revêtement métallique, d'une tresse de métal, ou d'un autre matériau électriquement conducteur équivalent, d'un plan de terre ou d'une gaine métallique continue, le dispositif de chauffage doit être soumis à l'essai diélectrique décrit en 5.2.1 (à ceci près que la tension d'essai doit être maintenue pendant 1 s au lieu de 1 min). Les gaines de protection externes non métalliques doivent supporter un essai d'isolation à sec supplémentaire sous une tension d'essai minimale de 3 000 V en courant alternatif. En cas de non-réalisation de l'essai d'isolation à sec, les essais diélectriques décrits en 5.2.1 doivent être réalisés (à ceci près que la tension d'essai doit être maintenue pendant 1 s au lieu de 1 min).

5.7.2 Vérification de la puissance assignée

La puissance assignée de chaque longueur fabriquée de résistance de traçage en parallèle doit être vérifiée afin de s'assurer de la linéarité de la puissance de sortie, par des méthodes d'essai statistique ou continu. La puissance de sortie assignée de chaque longueur de résistance de traçage en série ou de résistance de traçage fixe doit être vérifiée par la mesure de la résistance en courant continu, de la conductance ou du courant à une température donnée. Les critères de mesure de l'essai doivent être établis ou mis en corrélation avec l'essai de vérification de la puissance assignée spécifié en 5.2.10. La puissance de sortie mesurée doit être comprise dans les limites de tolérance indiquées par le fabricant.

6 Marquage

6.1 Généralités

Tous les marquages spécifiés dans la CEI 60519-1 qui sont applicables au traçage sont inclus dans les exigences suivantes.

6.2 Marquages de produits

Les résistances de traçage, les résistances en surface et les composants assemblés sur site doivent porter un marquage de surface clair et permanent conforme au Tableau 2 ou une étiquette résistante.

Pour les résistances de traçage ou les résistances en surface dotées de terminaisons fabriquées en usine, de composants dotés de zones de petite surface ou de surfaces où des caractères d'imprimerie lisibles ne peuvent pas être appliqués, les marquages doivent être placés sur une étiquette résistante apposée de manière permanente à 75 mm maximum du boîtier ou dispositif de raccordement de l'alimentation ou du plus petit emballage, plutôt que sur le composant lui-même.

Tableau 2 – Marquage des produits

INFORMATIONS MARQUEES	TYPE DE PRODUIT	
	MATERIEL DE TRAÇAGE	COMPOSANTS ASSEMBLES SUR SITE (sauf composants intégrés) ⁽¹⁾
Fabricant, marque de fabrique ou autre symbole d'identification reconnu.	OUI	OUI
Référence catalogue, numéro de référence ou modèle du fabricant, de telle sorte que les applications appropriées telles qu'un usage à l'extérieur, dans des lieux humides, les installations d'arrosage et un traçage interne dans de l'eau potable, puissent être retrouvées dans les instructions d'installation du produit et/ou dans les fiches techniques.	OUI	OUI
Mois et année de fabrication, codage de date, numéro de série applicable ou élément équivalent.	OUI	OUI
Tension assignée.	OUI	
Puissance de sortie assignée par unité de longueur ou unité de surface à la tension assignée correspondante (et à une température de référence établie pour les dispositifs dont la puissance varie avec la température), résistance en ohms pour unité de longueur pour les résistances de traçage en série, ou courant de fonctionnement ou puissance totale (watts) applicables.	OUI	
Le matériel de traçage qualifié pour un usage à l'extérieur, dans des lieux humides, au contact de l'eau potable et dans des installations d'arrosage, peut porter un marquage en conséquence.	OUI	OUI
Exigences d'environnement applicables, telles que les exigences de degrés IP (Ingress Protection) et les exigences d'utilisation de zones.		OUI

(1) D'autres marquages peuvent s'appliquer pour les composants non intégrés.

7 Instructions d'installation

Le fabricant doit fournir des instructions d'installation spécifiques au produit pour les résistances de traçage ou les résistances en surface et leurs composants. Les instructions correspondant à divers composants et résistances de traçage ou résistances en surface peuvent être combinées si les instructions de raccordement et d'installation sont identiques. Les instructions doivent être clairement identifiées en ce qui concerne les produits et emplacements qui s'appliquent; elles doivent comprendre les informations suivantes ou des informations équivalentes:

- a) la ou les utilisations prévues énumérées à l'Article 1, soit par type d'application général, soit par application énumérée spécifique (ou application analogue);
- b) l'indication "Apte à l'utilisation avec" (ou équivalent) et une liste des résistances de traçage ou des résistances en surface applicables ou une liste des dispositifs de raccordement applicables, selon le cas;
- c) l'indication "Protection du matériel contre les défauts à la terre exigée pour chaque circuit";
- d) l'indication "Mettre tous les circuits de puissance hors tension avant installation ou entretien";
- e) l'indication "Conserver au sec les extrémités des résistances de traçage (ou des résistances en surface, selon le cas) et des composants de kit avant et pendant l'installation";
- f) pour les résistances de traçage examinées nécessitant des niveaux réduits de chocs et/ou de déformations, l'indication "Attention: utiliser uniquement dans des zones à faible risque de détérioration mécanique";
- g) pour les résistances de traçage et les résistances en surface pourvues d'une protection mécanique complémentaire intégrée (voir 4.1), ajouter l'indication suivante dans les instructions: "Ce revêtement mécanique ne doit pas être enlevé et la résistance de traçage ou la résistance en surface ne doit pas être mise en fonctionnement si la protection mécanique n'est pas en place";
- h) pour les résistances de traçage ou les résistances en surface, une indication applicable selon laquelle la gaine, la tresse ou l'écran métalliques, ou tout revêtement électriquement conducteur équivalent de la résistance de traçage doivent être raccordés à une borne de terre;
- i) pour les applications de tuyaux ou de cuves, l'indication "La présence du matériel de traçage doit être mise en évidence par la mise en place de panneaux ou de marquage d'avertissement, aux endroits appropriés ou à intervalles réguliers le long du circuit";
- j) pour les applications extérieures de dégivrage et de fonte de la neige, l'indication "La présence du matériel de traçage doit être mise en évidence par la mise en place de panneaux ou de marquages d'avertissement clairement visibles";
- k) les indications "Les personnes impliquées dans l'installation et les essais des systèmes de traçage électrique doivent être convenablement formées à toutes les techniques spéciales nécessaires. Les installations sont destinées à être réalisées sous le contrôle d'une personne qualifiée.";
- l) pour une utilisation avec des installations d'arrosage, l'indication "La sortie d'alarme doit être reliée au système d'alarme de détection d'incendie et contrôlée par ce système.";
- m) pour une utilisation avec des installations d'arrosage, les instructions doivent indiquer que l'installation du système doit être conforme aux exigences d'obstruction des codes et des normes localement applicables (par exemple la norme NFPA 13 [3]), de telle sorte que l'isolation thermique sur le système de traçage n'obstrue pas de manière inacceptable l'installation d'arrosage ou ne recouvre pas la vanne principale. Les instructions relatives aux installations d'arrosage verticales doivent inclure les informations de la CEI 62395-2:2013, 4.6.3, points e), f) et g), y compris la référence à la Figure 7 de la CEI 62395-2:2013;
- n) les instructions doivent indiquer que les installations d'arrosage fournies avec le système de traçage doivent être correctement mises à la terre;
- o) pour une utilisation avec des installations d'arrosage, l'indication "Les systèmes de traçage pour les installations d'arrosage contre les incendies doivent être reliés en permanence à l'alimentation électrique".
- p) pour une utilisation avec des installations d'arrosage, l'indication "La conception et le contrôle des systèmes de traçage pour les installations d'arrosage contre les incendies doivent être conformes à la CEI 62395-1 et à la CEI 62395-2";
- q) pour une utilisation avec des installations d'arrosage, l'indication "Si une alimentation de secours est prévue pour les réseaux électriques des bâtiments, elle doit également fournir une alimentation de secours pour le système de traçage";

- r) pour une utilisation avec des installations d'arrosage, l' (les) application(s) prévue(s) doi(ven)t être indiquée(s), c'est-à-dire "pour la tuyauterie d'alimentation uniquement" ou "pour la tuyauterie d'alimentation et les dérivations, y compris les têtes d'arrosage";
- s) pour une utilisation avec des installations d'arrosage, la température assignée ambiante minimale doit être indiquée.

Bibliographie

- [1] CEI 60050 (toutes les parties), *Vocabulaire Electrotechnique International* (disponible sur <<http://www.electropedia.org>>)
 - [2] IEC/IEEE 60079-30-1³, *Electrical apparatus for explosive atmospheres – Electrical resistance trace heating – Part 1: General and testing requirements*
 - [3] NFPA 13, *Standard for the installation of Sprinkler systems* (disponible en anglais seulement)
-

³ A l'étude.

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

3, rue de Varembé
PO Box 131
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

Tel: + 41 22 919 02 11
Fax: + 41 22 919 03 00
info@iec.ch
www.iec.ch