

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

Thermal-links – Requirements and application guide

Protecteurs thermiques – Exigences et guide d'application



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2015 IEC, Geneva, Switzerland

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

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

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

Tel.: +41 22 919 02 11
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.

IEC Catalogue - webstore.iec.ch/catalogue

The stand-alone application for consulting the entire bibliographical information on IEC International Standards, Technical Specifications, Technical Reports and other documents. Available for PC, Mac OS, Android Tablets and iPad.

IEC publications search - www.iec.ch/searchpub

The advanced search enables to find IEC publications by a variety of criteria (reference number, text, technical committee,...). It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

Stay up to date on all new IEC publications. Just Published details all new publications released. Available online and also once a month by email.

Electropedia - www.electropedia.org

The world's leading online dictionary of electronic and electrical terms containing more than 30 000 terms and definitions in English and French, with equivalent terms in 15 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) online.

IEC Glossary - std.iec.ch/glossary

More than 60 000 electrotechnical terminology entries in English and French extracted from the Terms and Definitions clause of IEC publications issued since 2002. Some entries have been collected from earlier publications of IEC TC 37, 77, 86 and CISPR.

IEC Customer Service Centre - webstore.iec.ch/csc

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

A propos de l'IEC

La Commission Electrotechnique Internationale (IEC) est la première organisation mondiale qui élabore et publie des Normes internationales pour tout ce qui a trait à l'électricité, à l'électronique et aux technologies apparentées.

A propos des publications IEC

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

Catalogue IEC - webstore.iec.ch/catalogue

Application autonome pour consulter tous les renseignements bibliographiques sur les Normes internationales, Spécifications techniques, Rapports techniques et autres documents de l'IEC. Disponible pour PC, Mac OS, tablettes Android et iPad.

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

La recherche avancée permet de trouver des publications IEC en utilisant différents critères (numéro de référence, texte, comité d'études,...). Elle donne aussi des informations sur les projets et les publications remplacées ou retirées.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

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

Electropedia - www.electropedia.org

Le premier dictionnaire en ligne de termes électroniques et électriques. Il contient plus de 30 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans 15 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.

Glossaire IEC - std.iec.ch/glossary

Plus de 60 000 entrées terminologiques électrotechniques, en anglais et en français, extraites des articles Termes et Définitions des publications IEC parues depuis 2002. Plus certaines entrées antérieures extraites des publications des CE 37, 77, 86 et CISPR de l'IEC.

Service Clients - webstore.iec.ch/csc

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



IEC 60691

Edition 4.0 2015-10

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

Thermal-links – Requirements and application guide

Protecteurs thermiques – Exigences et guide d'application

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 29.120.50

ISBN 978-2-8322-2921-7

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

CONTENTS

FOREWORD.....	4
INTRODUCTION.....	6
1 Scope.....	7
2 Normative references	7
3 Terms and definitions	8
4 General requirements	10
5 General notes on tests	11
6 Classification.....	13
6.1 Electrical conditions.....	13
6.2 Thermal conditions.....	14
6.3 Resistance to tracking.....	14
7 Marking	14
8 Documentation	15
9 Constructional requirements	15
9.1 General.....	15
9.2 Lead secureness tests	16
9.2.1 General	16
9.2.2 Tensile test.....	16
9.2.3 Thrust test.....	17
9.2.4 Bending/twist test	17
9.3 Contacts used for the current path	18
9.4 Accessible mounting brackets or metal parts	18
9.5 Insulating materials.....	18
9.6 Resistance to tracking.....	18
9.7 Creepage distances and clearances.....	18
9.8 Temperature and humidity cycle conditioning.....	19
9.9 Terminals and terminations	19
10 Electrical requirements	19
10.1 Dielectric strength.....	19
10.2 Insulation resistance	20
10.3 Interrupting current	21
10.3.1 General	21
10.3.2 Specific conditions.....	21
10.4 Transient overload current	22
10.5 Limited short-circuit test.....	23
10.5.1 General	23
10.5.2 Test method	23
10.5.3 Fuse size (rating).....	23
10.5.4 Compliance	24
11 Temperature tests	24
11.1 General.....	24
11.2 Holding temperature, T_h	24
11.3 Rated functioning temperature, T_f	25
11.4 Maximum temperature limit, T_m	25

11.5	Ageing	25
12	Resistance to rusting	26
13	Manufacturer's validation programme	26
Annex A	(normative) Application guide.....	28
Annex B	(normative) Alternative ageing test for thermal-links with T_h greater than 250 °C for use in electric irons	29
Annex C	(normative) Conductive heat ageing test.....	30
C.1	Conductive heat ageing test.....	30
C.2	Method	30
C.3	Ageing	31
C.4	Results	32
C.5	Dielectric strength test	32
C.6	Test oven.....	32
Annex D	(informative) Extended holding temperature evaluation.....	34
D.1	Extended holding temperature conditioning test	34
D.2	Load current interrupt test.....	34
Annex E	(normative) Seal ageing test	36
Annex F	(normative) Identification requirements	38
Annex G	(normative) Indelibility of markings	39
Annex H	(normative) Requirements for thermal-link packaged assemblies	40
Bibliography	43
Figure 1	– Bending/twist test.....	17
Figure C.1	– Typical test fixture assembly.....	32
Figure C.2	– Typical thermal-link test oven	33
Figure D.1	– Typical terminal block support test fixture	35
Figure E.1	– Conditioning time versus oven temperature for proposed temperature index.....	37
Figure G.1	– Apparatus for testing durability of markings	39
Table 1	– Test schedule.....	13
Table 2	– Strength of leads and terminal parts – Minimum required tensile and thrust test forces.....	17
Table 3	– Creepage distances and clearances (absolute minimum values)	19
Table 4	– Test voltages for dielectric strength	20
Table 5	– Test current for interrupting test	21
Table 6	– Limited short-circuit test capacity	23
Table H.1	– Push and pull force	41
Table H.2	– Minimum nominal cross-sectional area of conductor	42

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

THERMAL-LINKS – REQUIREMENTS AND APPLICATION GUIDE

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 60691 has been prepared by subcommittee 32C: Miniature fuses, of IEC technical committee 32: Fuses.

This fourth edition cancels and replaces the third edition published in 2002, Amendment 1: 2006 and Amendment 2: 2010. This fourth edition constitutes a technical revision.

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

- a) requirements for thermal-link packaged assemblies;
- b) renew the requirements and definitions for T_h -test;
- c) change starting temperature for interrupt current test;
- d) clarify requirements for marking (packing label);
- e) minimum Proof Tracking Index 175 instead 120.

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

FDIS	Report on voting
32C/512/FDIS	32C/515/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.

The basis for this standard is the harmonization of the USA national standard, UL 1020, fifth edition (withdrawn 2003), and IEC 60691:1993, together with its Amendment 1:1995 and Amendment 2:2000.

The following differing practices of a less permanent nature exist in the country indicated below:

- Annex C is required to be declared in the USA;
- Annex E is required in the USA, if applicable;
- Annex F is required to be declared in the USA.

In this standard, the following type is used:

- *compliance statements: in italic type.*

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

INTRODUCTION

Thermal-links, defined as non-resettable devices functioning once only without refunctioning, are widely applied for the thermal protection of equipment in which, under fault (abnormal) conditions, one or more parts may reach hazardous temperatures.

As these devices have several aspects in common with miniature fuse-links and are used for obtaining a comparable degree of protection, this standard has endeavoured to lay down a number of basic requirements for such devices.

THERMAL-LINKS – REQUIREMENTS AND APPLICATION GUIDE

1 Scope

This International Standard is applicable to thermal-links intended for incorporation in electrical appliances, electronic equipment and component parts thereof, normally intended for use indoors, in order to protect them against excessive temperatures under abnormal conditions.

NOTE 1 The equipment is not designed to generate heat.

NOTE 2 The effectiveness of the protection against excessive temperatures logically depends upon the position and method of mounting of the thermal-link, as well as upon the current which it is carrying.

This standard may be applicable to thermal-links for use under conditions other than indoors, provided that the climatic and other circumstances in the immediate surroundings of such thermal-links are comparable with those in this standard.

This standard may be applicable to thermal-links in their simplest forms (e.g. melting strips or wires), provided that molten materials expelled during function cannot adversely interfere with the safe use of the equipment, especially in the case of hand-held or portable equipment, irrespective of its position.

Annex H of this standard is applicable to thermal-link packaged assemblies where the thermal-link(s) has already been approved to this standard but packaged in a metallic or non-metallic housing and provided with terminals/wiring leads.

This standard is applicable to thermal-links with a rated voltage not exceeding 690 V a.c. or d.c. and a rated current not exceeding 63 A.

The objectives of this standard are:

- a) to establish uniform requirements for thermal-links,
- b) to define methods of test,
- c) to provide useful information for the application of thermal-links in equipment.

This standard is not applicable to thermal-links used under extreme conditions such as corrosive or explosive atmospheres.

This standard is not applicable to thermal-links to be used in circuits on a.c. with a frequency lower than 45 Hz or higher than 62 Hz.

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 60065:2014, *Audio, video and similar electronic apparatus – Safety requirements*

IEC 60112:2003, *Method for the determination of the proof and the comparative tracking indices of solid insulating materials*
IEC 60112:2003/AMD1:2009

IEC 60127-2:2014, *Miniature fuses – Part 2: Cartridge fuse-links*

IEC 60216-5:2008, *Electrical insulating materials – Thermal endurance properties – Part 5: Determination of relative thermal endurance index (RTE) of an insulating material*

IEC 60664-1:2007, *Insulation coordination for equipment within low-voltage systems – Part 1: Principles, requirements and tests*

IEC 60695-2-12:2010, *Fire hazard testing – Part 2-12: Glowing/hot-wire based test methods – Glow-wire flammability index (GWFI) test method for materials*
IEC 60695-2-12:2010/AMD1:2014

IEC 60695-2-13:2010, *Fire hazard testing – Part 2-13: Glowing/hot-wire based test methods – Glow-wire ignition temperature (GWIT) test method for materials*
IEC 60695-2-13:2010/AMD1:2014

IEC 60695-10-2:2014, *Fire hazard testing – Part 10-2: Abnormal heat – Ball pressure test method*

IEC 60695-11-10:2013, *Fire hazard testing – Part 11-10: Test flames – 50 W horizontal and vertical flame test methods*

IEC 60730-1:2013, *Automatic electrical controls – Part 1: General requirements*

IEC 61210:2010, *Connecting devices – Flat quick-connect terminations for electrical copper conductors – Safety requirements*

3 Terms and definitions

For the purposes of this document, the following terms and definitions apply.

3.1

clearance

shortest distance in air between two conductive parts

3.2

creepage distance

shortest distance along the surface of insulating material between two conductive parts

3.3

holding temperature

T_h

maximum temperature of the thermal-link at which it will not change its state of conductivity during a specified time at the rated current

Note 1 to entry: The minimum permissible value of T_h is 35 °C.

3.4

homogeneous series

series of thermal-links having the same external dimensions and common overall construction, deviating from each other only in such characteristics (including ratings) that, for a given test,

the testing of one or a reduced number of particular thermal-links of that series shall be taken as representative for all the thermal-links of the series

3.5 interrupting current

I_b
value of the current that the thermal-link is capable of interrupting at rated voltage and under specified circuit conditions

3.6 maximum temperature limit

T_m
temperature of the thermal-link stated by the manufacturer, up to which the mechanical and electrical properties of the thermal-link, having changed its state of conductivity, will not be impaired for a given time

3.7 pilot duty

rating assigned to a switching device that controls the coil of another electro-mechanical device such as a solenoid, relay or contactor

3.8 portable equipment

equipment which is moved while in operation or which can easily be moved from one place to another while connected to the supply

3.9 rated current

I_r
current used to classify a thermal-link

3.10 rated functioning temperature

T_f
temperature of the thermal-link which causes it to change its state of conductivity with a detection current up to 10 mA as the only load

3.11 rated voltage

U_r
voltage used to classify a thermal-link

3.12 thermal element

metallic or non-metallic fusible material that is part of a thermal-link and is responsive to temperature by a change of state such as from solid to liquid at the temperature for which it is calibrated

3.13 thermal-link

non-resettable device incorporating a thermal element, which will open a circuit once only when exposed for a sufficient length of time to a temperature in excess of that for which it has been designed

3.14**transient overload current** I_p

direct current pulse train which the thermal-link is able to withstand without impairing its characteristics

3.15**type test**

conformity testing on the basis of one or more specimens of a product representative of the production

3.16**extended holding temperature** T_{h-100}

maximum temperature at which a thermal-link can be maintained while conducting the rated load current at the rated voltage for a period of 100 weeks which will not cause the thermal-link to open circuit in accordance with extended holding temperature evaluation

Note 1 to entry: This is a rating for user consideration during the investigation of the end product.

Note 2 to entry: Annex D specifies the extended holding temperature evaluation.

3.17**conductive heat ageing test****CHAT**

test to evaluate a thermal-link for use in an appliance

Note 1 to entry: If it performs satisfactorily, the thermal-link will be assigned a CHAT rating. This rating is for end-product user consideration during the investigation of the end-use product.

Note 2 to entry: Annex C specifies the conductive heat ageing test.

4 General requirements

4.1 Adequate protection of the equipment against excessive temperatures not only depends upon the properties of the thermal-link but also to a large extent upon the mounting of the thermal-link in the equipment. Therefore, in addition to good engineering practice, the requirements of the application guide in Annex A shall be considered.

4.2 Thermal-links shall have adequate electrical and mechanical strength and shall be constructed so as to withstand all conditions of handling likely to be encountered during mounting and normal use, when used within the requirements of this standard.

4.3 When a thermal-link changes its state of conductivity, no arc or flame shall be maintained, nor material expelled that might impair the surrounding area or otherwise create a risk of electric shock or fire.

For thermal-links using melting strips or wires, care should be taken to prevent molten material from short-circuiting or bridging creepage distances and clearances in air, so as to reduce the risk of impairing the insulation system of the equipment.

After it has functioned, the thermal-link shall not be damaged when subjected to temperatures not exceeding T_m , in such a way that the safety of the equipment with regard to risk of electric shock hazard and electrical breakdown is impaired. The thermal-link shall not reclose after it has operated.

4.4 For requirements for thermal-link packaged assemblies, see Annex H.

5 General notes on tests

5.1 The test conditions are as follows.

5.1.1 Unless otherwise specified, only tests that are not required to be performed inside an environmental chamber and/or test oven shall be carried out under the following atmospheric conditions:

- temperature: 15 °C to 35 °C,
- relative humidity: 25 % to 75 %,
- air pressure: $8,6 \times 10^4$ Pa to $1,06 \times 10^5$ Pa.

The required atmospheric conditions during testing can be controlled when carrying out the tests and during the duration of the tests. The required atmospheric conditions do not have to be maintained in a test laboratory when tests are not performed.

5.1.2 Where the conditions given in 5.1.1 have a significant influence, they shall be kept substantially constant during the tests.

5.1.3 If the temperature limits given in 5.1.1 are too wide for certain tests, these shall be repeated, in case of doubt, at a temperature of (23 ± 1) °C.

5.2 In every test report, the ambient temperature shall be stated. If the standard conditions for relative humidity or pressure are not fulfilled during the tests, a note to this effect shall be added to the report.

5.3 If the result of a test is influenced, to an appreciable extent, by the position and method of mounting of the specimen, the most unfavourable condition shall be chosen for the relevant tests and recorded.

5.4 If a thermal-link has been specifically designed for use in a special type of equipment and cannot be tested separately, the tests of this standard shall be performed in that equipment or in the relevant part of it, or similar.

5.5 When testing a homogeneous series of thermal-links, all the tests shall be applied to thermal-links with the lowest and highest T_f . Thermal-links with intermediate rated functioning temperatures need only be subjected to tests according to 10.3, 11.3, 11.4 and 11.5.

5.6 The number of specimens is as follows.

5.6.1 The total number of specimens required is 48. Out of a total of 48 specimens, 15 are kept as spares in case some of the tests have to be repeated. Out of a total of 48 specimens, 33 are divided into 11 groups assigned by alphabetical letters from A to K. Each group consists of three specimens. Tests shall be performed in the order indicated in Table 1 but, if so required, tests may be repeated, for example the test on marking (see Clause 7). Additional samples may be needed according to Note 2 of Table 1.

For optional tests, additional samples should be required as per the applicable annexes.

5.6.2 If, in any of the tests carried out in accordance with any relevant test clause, a failure is reported, the cause of the failure will be identified and corrective action taken. Based on the failure analysis report and the corrective action, as a minimum, the test sequence shall be repeated on twice the number of revised specimens, and no further failures are allowed.

If no corrective actions are necessary, the test should be repeated with double the same size and no further deviation is allowed.

5.6.3 For requirements for thermal-link packaged assemblies, see Annex H

5.7 The conductive heat ageing test of Annex C is applicable when declared by the manufacturer.

The conductive heat ageing test may be omitted if the thermal-link is constructed without contacts.

NOTE In the USA the conductive heat ageing test is required to be declared.

Table 1 – Test schedule

Clause or Sub-clause	Test	Specimen groups										
		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
7 ^a	Marking (Rub test)	X	X									
7 ^a	Marking (visual inspection only)	X	X									
9 Constructional requirements												
9.2.2 ^a	Tensile forces	X										
9.2.3 ^a	Thrust force		X									
9.2.4 ^a	Bending/twist force			X								
9.6 ^a	Resistance to tracking											X
9.7 ^a	Creepage distances and clearances						X	X				
9.8	Temperature and humidity cycle conditioning	X	X	X			X	X				
10 Electrical requirements												
10.1	Dielectric strength (if applicable)	X	X	X			X	X				
10.2	Insulation resistance (if applicable)	X	X	X			X	X				
10.1	Dielectric strength	X	X			X	X	X	X	X	X	X
10.2	Insulation resistance	X	X			X	X	X	X	X	X	X
10.3	Interrupting current						X	X				
10.4	Transient overload current	X	X						X			
11 Temperature tests												
11.2	Check on T_h											X
11.3	Check on T_f	X		X								
11.4	Check on T_m followed by dielectric test and insulation resistance			X	X							
11.5	Ageing step 1 (optional) 21 days step 2 (mandatory) 21 days step 3 (mandatory) 14 days step 4 (mandatory) 7 days step 5 (mandatory) 7 days step 6 (mandatory) 24 hours		X				X			X	X	X
12 Resistance to rusting												
12 ^a	Resistance to rusting (ferrous parts)	X	X	X								
If the conditions of voltage, power and current in 10.3.2.3, 10.3.2.4 and 10.3.2.5 are not covered by one test, a minimum of three samples should be tested for each condition.												
^a For homogeneous series, these tests may be omitted for intermediate ratings.												

6 Classification

6.1 Electrical conditions

With regard to electrical conditions, the following terms are used:

- a) voltage
 - 1) AC

- 2) DC
- b) current
 - 1) resistive
 - 2) inductive
- c) motor
- d) pilot duty
- e) electric discharge lamp
- f) special

6.2 Thermal conditions

With regard to thermal conditions, the following symbols and abbreviations are used:

- a) T_f
- b) T_h
- c) T_m
- d) CHAT
- e) T_{h-100}

6.3 Resistance to tracking

With regard to resistance to tracking, the following ranges are used:

- a) proof tracking index from 175 to 249;
- b) proof tracking index greater than or equal to 250.

NOTE These ranges are based on test methods for surface tracking laid down in IEC 60112.

7 Marking

7.1 Each thermal-link shall be marked with the following:

- a) type or catalogue reference;
- b) manufacturer's name or trade mark;
- c) rated functioning temperature T_f with or without the symbol T_f followed by the number of degrees Celsius (marked with °C or C);
- d) date code which identifies the date of manufacture and which does not repeat for at least 10 years, and a factory location or code, stamped on the thermal-link or the smallest packaging.

If there is only one factory, the factory location may-be omitted.

Catalogue or reference numbers should define those parameters such as temperature, current and voltage, which together classify a thermal-link.

7.2 The rated functioning temperature T_f may be omitted if a different type or catalogue reference is employed for each different functioning temperature.

7.3 Marking shall be indelible and legible.

Compliance with the requirements for Indelibility of markings is checked by the test in Annex G using the apparatus shown in Figure G.1. Legibility is checked by inspection. After the ageing tests of 11.4, compliance is checked by inspection.

7.4 The marking in accordance with a), b), c) and d) in 7.1 shall be printed additionally on the packing, together with a reference to this standard.

7.5 If the thermal-link is small in size, and not intended to be replaced, the markings in accordance with b) to d) in 7.1 shall be printed on the packaging, together with a reference to this standard.

Compliance is checked by inspection.

8 Documentation

The manufacturer shall provide in the technical documentation, catalogues or instructional leaflets the following information, in addition to that required in Clause 7:

- a) classification in accordance with Clause 6;
- b) for each of the classifications;
 - 1) characteristic temperatures T_f , T_h , T_m ;
 - 2) characteristic currents I_r , I_b , I_p ;
 - 3) rated voltage U_r ;
- c) suitability for sealing in, or use with impregnating fluids or cleaning solvents;
- d) information for mounting the thermal-link in the equipment.
- e) thermal-links small in size and not intended to be replaced.

For reasons of safety, it should be made clear in the documentation that a thermal-link is a non-repairable item and that, in case of replacement, an equivalent thermal-link from the same manufacturer and having the same catalogue reference should be used, mounted in exactly the same way.

- f) the position of the metal screen, if it is located at a distance other than 12,7 mm away from the live parts in the case of a thermal-link having an exposed element.

9 Constructional requirements

9.1 General

9.1.1 Thermal-links shall have adequate mechanical strength and stability so as to withstand the stresses likely to be encountered during handling, normal use and fault conditions of the relevant end-use equipment.

9.1.2 Tab terminals shall be constructed in accordance with IEC 61210 and the maximum permissible temperature of the used Tab materials shall be in accordance with Table A.1 of IEC 61210:2010 (Tabs / Integrated).

9.1.3 Current-carrying parts shall be constructed in such a way that contact pressure is not transmitted through non-metallic material other than ceramic, or any material considered as having sufficient dimensional stability over the range of temperatures to be expected, unless there is sufficient resilience in the corresponding metal parts to compensate for any shrinkage or distortion of the non-metallic material.

Current-carrying parts shall have the necessary mechanical strength, be capable of carrying the rated current and shall be of a material that is acceptable for the particular application.

For current-carrying parts, temperature limits should be considered according to Table 13 of IEC 60730-1:2013.

9.1.4 Friction shall not be used to secure uninsulated live parts (including terminals) to supporting surfaces if there is a risk of such parts turning or shifting their position, resulting in the reduction of creepage distances and clearances to less than those required elsewhere in this standard. The security of contact assemblies shall be such that alignment of contacts is maintained.

9.1.5 Leads and terminal parts shall be secured so that stress on them during installation and normal use does not impair operation of the thermal-link. Thermal-links using seals with formed leads for use in appliances or components shall not be bent less than 3 mm from the thermal-link seal.

Leads may be bent less than 3 mm from the seal if:

- a) the thermal-link manufacturer's bending fixture and procedure does not transmit stress to the thermal-link operating mechanism, and if;
- b) formed test samples shall be subjected to the bending/twist lead secureness test of 9.2.4 and the rated functioning temperature test of 11.3.

9.1.6 Thermal-links with leads smaller than 0,21 mm² shall be provided with application instructions that instruct the user how to mount the device in equipment, taking into consideration the device's temperature response. The instructions shall also include guidance on the effects that movement and vibration in the equipment may have on the thermal-link's terminals, connections and other mounting components.

9.1.7 A terminal for a soldered connection shall have provision, such as a hole, for holding the conductor independently of solder.

9.1.8 When applicable, provision shall be made for securely mounting a thermal-link in position.

9.1.9 Thermal-links intended to be embedded in windings and the like need not have provision for mounting.

9.1.10 Bolts, screws, or other parts used for mounting an assembly having a thermal-link shall be independent of those used for securing component parts of the assembly.

9.1.11 *Compliance is checked by the lead secureness tests of 9.2. Mounting and securement instructions shall be provided with thermal-links for the manufacturer of the end-product in accordance with Annex A.*

9.2 Lead secureness tests

9.2.1 General

If force applied to thermal-link wire leads causes breakdown of one or more parts leading directly or indirectly to stress being applied to the operating mechanism, the tests described in 9.2.2, 9.2.3 and 9.2.4 shall be conducted. There shall be no displacement of parts that would tend to reclose a thermal-link or reduce creepage distances or clearances as a result of the tests specified in 9.2.2 and 9.2.3. There shall be no displacement of parts other than the wire leads as a result of the test specified in 9.2.4.

9.2.2 Tensile test

The thermal-link shall be supported in any convenient manner in order not to damage it and a tensile force as specified in Table 2 shall be applied to each lead for 1 min.

9.2.3 Thrust test

The thermal-link shall be supported using any convenient means such that it is not damaged and a thrust force as specified in Table 2 shall be applied to each lead for 1 min at a distance of 2 mm from the thermal-link.

9.2.4 Bending/twist test

The thermal-link shall be rigidly supported such that it is not damaged. Each lead shall be bent through 90° at a location 10 mm from the body of the thermal-link and then twisted through 180° as shown in Figure 1.

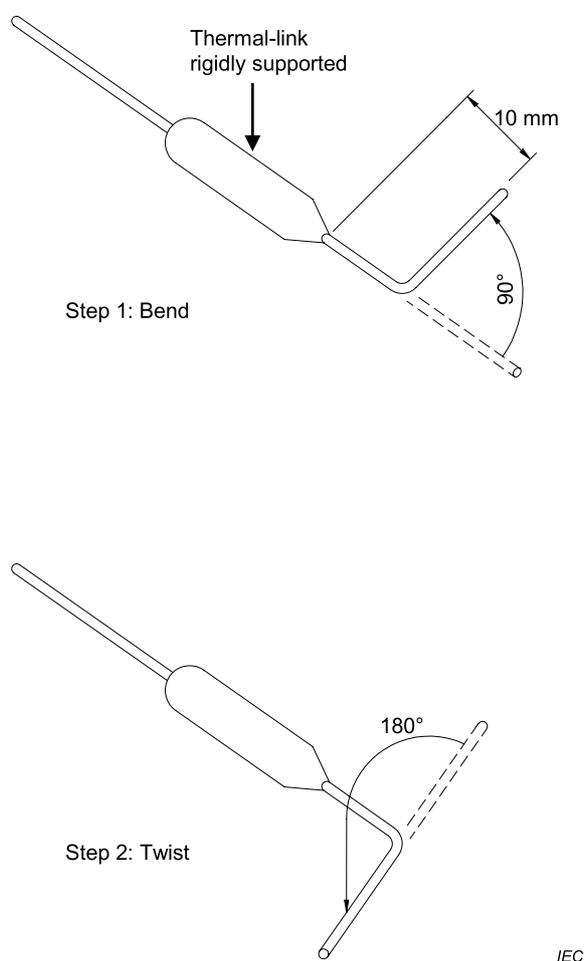


Figure 1 – Bending/twist test

Table 2 – Strength of leads and terminal parts – Minimum required tensile and thrust test forces

Nominal cross-sectional area of the lead, A_T mm ²	Tensile force N	Thrust force N
Up to and including 0,05	1	0,25
Over 0,05 up to and including 1,2	$20 \times A$	$5 \times A$
Over 1,2	40	8

NOTE A is the nominal cross-sectional area of the terminal in mm².

9.3 Contacts used for the current path

Contacts used for the current path in a thermal-link shall withstand the voltage stress determined by the voltage source in the circuit. Current-carrying elements or contacts, together with their terminals, are usually isolated from metal parts such as mounting brackets, metal enclosures and the like, by insulating material.

9.4 Accessible mounting brackets or metal parts

If mounting brackets or metal parts of the thermal-link's enclosure are accessible or connected through low impedances to metal enclosures of the equipment accessible to the user from the outside, the insulation between the current-carrying elements of the thermal-link and such conductive enclosures shall be adequate under specified conditions of ambient temperature and humidity.

9.5 Insulating materials

For requirements for thermal-link packaged assemblies, see Annex H.

9.6 Resistance to tracking

9.6.1 If insulating material used for the support of current-carrying parts, contacts and terminals is exposed during normal use to deposition of moisture or dust, it shall be resistant to tracking.

9.6.2 *For material other than ceramic, compliance is checked by performing a tracking test in accordance with IEC 60112 on specimens or flat test pieces of equivalent insulating material. The Proof Tracking Index (PTI) values shall be declared by the manufacturer, but not less than 175 V.*

9.7 Creepage distances and clearances

9.7.1 The creepage distances and clearances between current-carrying parts (contacts together with their terminals) and the outside of the thermal-link housing including insulated metal parts thereof, shall be not less than the values in Table 3. The values indicated are absolute minimum values and inclusive of manufacturing tolerances.

Attention is drawn to the fact that the external creepage distances and clearances specified in Table 3 is allowed, in some cases, be smaller than those required by certain appliance or equipment standards. In such cases, additional means should be provided when a thermal-link is mounted in the equipment in order to adjust the creepage distances and clearances to the values required by the relevant equipment standard.

9.7.2 These distances do not apply between the open contacts of a thermal-link.

Compliance is checked by measuring the distances concerned.

**Table 3 – Creepage distances and clearances
(absolute minimum values)**

Rated voltage, U_r V	Clearance mm	Creepage distances mm
0 to 32	0,2	0,53
33 to 50	0,2	1,2
51 to 125	0,5	1,5
126 to 250	1,5	2,5
251 to 400	3,0	4,0
401 to 690	4,0	6,9

If conditions are different from those specified in note 2, adjustments in clearances/creepages will be necessary as per IEC 60664-1.

NOTE 1 The clearances/creepage distances are specified according to IEC 60664-1.

NOTE 2 The values specified are for typical applications of thermal-links assuming:

- continuous voltage stress;
- an altitude of less than or equal to 2 000 m;
- basic insulation;
- inhomogeneous field;
- overvoltage category II;
- pollution degree 2;
- material group III.

9.8 Temperature and humidity cycle conditioning

9.8.1 Thermal-links shall not be adversely influenced by humidity present in the ambient conditions for which they are intended.

9.8.2 For temperature and humidity cycle conditioning, the thermal-link samples shall be subjected to three complete conditioning cycles. Each cycle shall consist of 24 h at T_h followed immediately (within 15 min) by at least 24 h at $(35 \pm 5)^\circ\text{C}$ and $(90 \pm 5)\%$ relative humidity, followed by 8 h at $(0 \pm 2)^\circ\text{C}$.

9.8.3 *Compliance is checked by subjecting the specimens to the dielectric strength (see 10.1) and insulation resistance (see 10.2) tests of this standard.*

NOTE 1 For a thermal-link with a non-electrically conductive case body, the dielectric and insulation resistance tests are performed after removal of the samples from the conditioning chamber.

NOTE 2 For a thermal-link with an electrically conductive case body, the insulation resistance test is conducted between the terminals after removal of the samples from the conditioning chamber.

9.9 Terminals and terminations

For requirements for thermal-link packaged assemblies, see Annex H.

10 Electrical requirements

10.1 Dielectric strength

10.1.1 The dielectric strength of thermal-links shall be adequate both before and after having operated, and also after having been subjected to the tests of 9.8.

If applicable, the test is conducted between:

- i) Current carrying parts and enclosure (wrapped in metal foil), or,
- ii) Current carrying parts and insulated exposed metal parts.

10.1.2 *Compliance is checked by applying the appropriate test voltage between the relevant circuits specified in Table 4 immediately after the tests of 9.8, if applicable, and also after the temperature tests of Clause 11.*

Table 4 – Test voltages for dielectric strength

Between	Test voltage
Current carrying parts and enclosure (wrapped in metal foil, if applicable)	$2 U_r + 1\ 000\ \text{V}$
or	
current carrying parts and insulated exposed metal parts	$2 U_r + 1\ 000\ \text{V}$
Disconnection (between open contacts)	$2 U_r$

10.1.3 A power transformer with an output of not less than 100 VA is required for this test.

10.1.4 The insulation is subjected to a test voltage with a substantially sine-wave form having a frequency between 45 Hz and 62 Hz.

10.1.5 Initially not more than half the prescribed voltage is applied. It is then raised with a rate of rise of approximately 500 V/s to the full value.

10.1.6 Immediately after the humidity test, the enclosure shall be wrapped in metal foil and the test voltage shall be applied for 1 min across the disconnection and between the current carrying and the metal foil.

10.1.7 The specimens are deemed to comply with the requirements if no flashover or breakdown occurs.

10.2 Insulation resistance

10.2.1 The insulation resistance of thermal-links shall be adequate both before and after having changed their state of conductivity, and also after having been subjected to the relevant tests of 9.8.

If applicable, the test is conducted between:

- i) Current carrying parts and enclosure (wrapped in metal foil), or,
- ii) Current carrying parts and insulated exposed metal parts.

10.2.2 *Compliance is checked by measuring the insulation resistance of the thermal-link after the test of 9.8, before and after having operated in the temperature test of Clause 11. The insulation resistance shall be measured with a d.c. voltage of $2 U_r$ between the current carrying parts and the enclosure, (wrapped in metal foil, if applicable) or between current carrying parts and insulated exposed metal parts, and between the terminals.*

NOTE A d.c. test voltage is used in order to eliminate possible deviations due to capacitive currents.

10.2.3 The specimens are deemed to comply with the requirements if the insulation resistance measured between the current carrying parts and the enclosure, (wrapped in metal foil, if applicable) or between current carrying parts and insulated exposed metal parts is not less than 2 MΩ, and across the disconnection is not less than 0,2 MΩ.

10.3 Interrupting current

10.3.1 General

A thermal-link shall interrupt the applicable test current specified in Table 5 at 1,1 times the rated voltage, U_r , under the conditions specified in 10.3.2.1 to 10.3.2.11.

NOTE The main purpose of this test is to evaluate the mechanical and electrical integrity of the thermal-link to interrupt a certain load.

10.3.2 Specific conditions

10.3.2.1 Any noncurrent-carrying metal part that is an inherent part of the thermal assembly and that may be bonded electrically to a normally-earthed exposed part of the end-product shall be connected through a quick acting and high breaking 1 A fuse (see IEC 60127-2:2014, Standard sheet 1) to earth.

Table 5 – Test current for interrupting test

Type of rating	Rated in	Test current	Power factor
Resistive	AC amperes	1,5 times rated current	0,95 to 1,0
	DC amperes	1,5 times rated current	–
Inductive	AC amperes	1,5 times rated current	0,6
Motor	AC locked rotor amperes (LRA)	6 times full-load current ^a	0,4 to 0,5
	DC amperes	10 times full-load rated current	–
Pilot duty	AC volt-amperes	^b	0,35
Electric discharge lamp	AC amperes	4 times rated current	0,4 to 0,5
Special	^c	^c	^c
^a Or the specified value, such as horsepower, if locked rotor ampere rating is omitted. ^b See 10.3.2.8. ^c Additionally according to manufacturer's declaration (only in combination with resistive / inductive load).			

10.3.2.2 For a thermal-link having an exposed element, a metal screen shall be located 12,7 mm away from live parts. The screen shall be connected to the opposite pole of the test circuit through a quick acting and high breaking 1 A fuse (see IEC 60127-2:2014, Standard sheet 1). The distance is measured between the screen and the nearest point of the element when the element is in the open position.

10.3.2.3 Based on the intended use of a thermal-link, the screen may be located at a distance other than 12,7 mm if acceptable to both the manufacturer and the end user.

10.3.2.4 The test circuit shall have an open circuit voltage within 1,1 to 1,155 times the rated voltage of the thermal-link to be tested. This tolerance may be exceeded with the manufacture's consent. The closed circuit voltage of the test circuit when carrying the rated current shall not change by more than 2,5 % of the rated voltage.

10.3.2.5 The tolerance of the test current shall be within $\pm 2,5$ % of the specified test current.

10.3.2.6 If a thermal-link has the same current rating at more than one voltage, a test at the highest voltage is considered to be representative of tests at the lower voltages.

10.3.2.7 If a thermal-link has more than one voltage rating within a specific power factor group, the tests shall cover the conditions of maximum voltage, power, and current. One test may cover two of these conditions.

10.3.2.8 For thermal-links assigned a pilot duty rating, the test load shall consist of an electromagnet representative of the magnet coil load that the thermal-link is intended to control. The test current shall be the normal current which shall be determined from the voltage and volt-ampere rating of the thermal-link. For an alternating current thermal-link, the power factor shall be 0,35 or less and the inrush current characteristic of the coil shall be 10 times the normal current. The test shall be conducted with the armature closed.

10.3.2.9 *Compliance is checked by the following test.*

The samples shall be placed in a test oven, stabilized at a temperature of $T_f - 30$ K (or lower if declared by the manufacturer). The thermal-links in the test oven shall then be energized and the oven temperature increased at the rate of (2 ± 1) K/min and the test shall be continued until the thermal-link functions or the oven temperature reaches 30 K above T_f .

Furthermore the thermal-links shall open the test circuit at a temperature below or equal to T_f .

The thermal-link may operate immediately after being energized, in which case the temperature increase of $(2 + 1)$ K/min is not necessary and the test may be stopped.

10.3.2.10 *The oven temperature may be monitored by means of a thermocouple attached to an identical but non-functioning thermal-link mounted adjacent to the samples under test.*

10.3.2.11 *A thermal-link that is rated for controlling an alternating-current motor is acceptable for alternating current pilot duty without further interrupting current tests if, during the original interrupting current test, the power factor was 0,5 or less, and if the pilot duty inrush current at the same voltage is not more than 67 % of the rated locked rotor current (LRA) of the device.*

10.3.2.12 There shall be no damage to the integral leads of a thermal-link. The case of an enclosed element shall remain intact. *The quick acting and high breaking 1 A fuse (see IEC 60127-2:2014, Standard sheet 1) specified in 10.3.2.1 and 10.3.2.2 shall not function (open). An exposed element shall not arc to adjacent metal parts and material shall not be expelled which may harm the surrounding area.*

10.3.2.13 *After these tests, the insulation resistance shall comply with the requirements of 10.2.*

10.4 Transient overload current

10.4.1 Thermal-links shall withstand repeated current surges, considered as being normal in most applications.

10.4.2 *Compliance is checked by the following test, performed under normal conditions as specified in Clause 5 (i.e. room ambient conditions).*

10.4.3 DC current pulses, with an amplitude of $15 I_r$ and a duration of 3 ms with 10 s intervals are applied for 100 successive cycles through the current path.

10.4.4 *After the test, there shall be no interruption of the current path nor other damage in the sense of this standard.*

10.5 Limited short-circuit test

10.5.1 General

10.5.1.1 When declared by a manufacturer, a thermal-link is tested as described in 10.5.2 and 10.5.3.

10.5.1.2 If the limited short-circuit test is conducted on the thermal-link itself with acceptable results, the test need not be repeated during the investigation of the end-product.

10.5.2 Test method

10.5.2.1 *Three samples of the thermal-link shall be subjected to a limited short-circuit test.*

10.5.2.2 *The test shall be conducted at a voltage within ± 5 % tolerance of the rated voltage U_r .*

10.5.2.3 *The thermal-link shall be connected in series with a non-renewable fuse properly selected for the application in accordance with 10.5.3. The circuit shall limit the current to the applicable value specified in Table 6, measured without the thermal-link in the circuit.*

10.5.2.4 *The power factor of the circuit shall be 0,9 to 1,0, unless a lower power factor is acceptable to both the manufacturer and the end user.*

10.5.2.5 *The thermal-link shall be connected in the circuit by two 915 mm lengths of copper wire having a cross-sectional area as indicated in Table 6 of IEC 60730-1:2013. Cotton shall surround the thermal-link, or a metal screen located 50 mm away – or less if acceptable to both the manufacturer and the end user – from all parts of the thermal-link during the test.*

Table 6 – Limited short-circuit test capacity

Combined rating of thermal-link					Short-circuit capacity (amperes) ^a	
Voltamperes, single-phase	Voltamperes, three-phase	Voltamperes, direct current	Horsepower	kW	0 V to 250 V	251 V to 690 V
0 to 1 176	0 to 832	0 to 648	0 to 0,5	0 – 0,375	200	1 000
1 177 to 1 920	833 to 1 496	649 to 1 140	Over 0,5 to 1	Over 0,375 to 0,750	1 000	1 000
1 921 to 4 080	1 497 to 3 990	1 141 to 3 000	Over 1 to 3	Over 0,750 to 2,250	2 000	5 000
4 081 to 9 600	3 991 to 9 145	3 001 to 6 960	Over 3 to 7,5	Over 2,250 to 5,600	3 500	5 000
9 601 or more	9 146 or more	6 961 or more	Over 7,5	Over 5,600	5 000	5 000

^a For the fluorescent lamp ballast test, the limited short-circuit test capacity shall be 200 A.

10.5.2.6 *Each thermal-link shall be subjected to one test.*

10.5.3 Fuse size (rating)

The fuse size for the limited short-circuit tests shall be:

- 20 A for a thermal-link rated 0 V to 125 V and 15 A for a thermal-link rated 126 V to 690 V, unless a larger fuse size is necessitated by b) to f).*
- 20 A for a thermal-link intended for use in fluorescent lamp ballast. The fuse shall have design characteristics such that it will not open in less than 12 s when carrying 40 A.*
- For a thermal-link having motor ratings, the largest standard size between 300 % and 400 % of the full load current rating for non-hermetic motors and between 175 % and 225 % of the full load current rating for hermetic-refrigeration motors.*

- d) *For a thermal-link intended for use in motor-group circuits, the largest standard fuse size based on the sum of the full load ratings of all loads except the largest motor rating, plus 300 % to 400 % of the full load current rating of the largest motor if the motor is a non-hermetic type, or plus 175 % to 225 % of the full load current rating of the largest motor if the motor is a hermetic-refrigeration compressor type.*
- e) *For a thermal-link intended for use in electric space-heating equipment, based on 125 % of the ampere rating. If 125 % of the ampere rating results in a value for which there is no standard fuse size, the next largest fuse size shall be used.*
- f) *For a thermal-link having other ratings, based on the rating in amperes of the next largest standard fuse size.*
- g) *If acceptable in accordance with the end-product requirements, a smaller fuse size than specified in c) to f).*

10.5.4 Compliance

There shall be no ignition of the cotton mentioned in 10.5.2 or the evidence of a risk of fire during the test or electric shock after the test.

11 Temperature tests

11.1 General

11.1.1 The characteristic temperatures of thermal-links shall comply with the values and tolerances as declared by the manufacturer and with the requirements of Clause 11.

11.1.2 The functioning temperature, T_f , shall not be influenced by thermal ageing.

11.1.3 *Compliance is checked by subjecting specimens to one or more tests mentioned below, in the order given in Table 1.*

11.1.4 Operation of thermal-links shall be signalled by suitable means, for example, light emitting diodes with series resistors limiting the signal current to a maximum of 10 mA.

11.1.5 Operation of thermal-links shall be checked after each test step.

11.1.6 In order to obtain the required accuracy of temperature settings, indicated test temperatures shall be measured with an accuracy of ± 1 K of the nominal temperature up to 100 °C and ± 1 % of the nominal temperature above 100 °C.

11.1.7 Care shall furthermore be taken that temperature differences in that part of the oven where the specimens are tested, do not exceed at any point:

- $\pm 0,5$ % of the nominal temperature higher than 200 °C; and
- ± 1 K at the nominal temperature of 200 °C or lower.

11.1.8 This may be obtained for example by placing the specimens within a thick-walled aluminium box mounted in such a way that it is not in direct contact with the internal walls of the oven.

11.2 Holding temperature, T_h

11.2.1 Samples of group K (3 specimens in series) are connected to a resistive load circuit that is metered to draw the rated current through the thermal-link. The specimen shall be maintained at a temperature equivalent to the holding temperature (T_h) specified by the manufacturer. The circuit is loaded for 24 h or as declared by the manufacturer, whichever is higher.

11.2.2 Compliance is determined by checking the continuity of the thermal link after completion of the test. The thermal-link shall not change its state of conductivity.

11.2.3 For requirements for thermal-link packaged assemblies, see Annex H.

11.3 Rated functioning temperature, T_f

11.3.1 For devices rated less than 250 °C, the thermal-links shall be exposed in the test oven or oil bath to $T_f - 12$ K or as declared by the manufacturer, but not higher than 2 K below the lowest tolerance. The temperature shall then be stabilized, shown when two consecutive readings taken 5 min apart are within 1 K of each other.

11.3.2 For devices rated 250 °C or higher, the thermal-links shall be exposed to $T_f - 22$ K, or as declared by the manufacturer, but not higher than 2 K below the lowest tolerance. The temperature shall then be stabilized, shown when two consecutive readings taken 5 min apart are within 1 K of each other.

11.3.3 The temperature shall then be increased steadily with a rate of rise between 0,5 K/min to 1 K/min, until all specimens have functioned.

11.3.4 The individual functioning temperature of thermal-links, rated less than 250 °C, shall be recorded and they shall be not less than as declared by the manufacturer, or $T_f - 10$ K if no declaration is made.

11.3.5 For thermal-links rated at 250 °C or higher, the recorded temperature shall be not less than that declared by the manufacturer, or $T_f - 20$ K if no declaration is made.

11.3.6 For thermal-links rated lower than 250 °C, or higher than 250 °C, the temperature shall not be greater than T_f .

NOTE The equipment recommended for the tests of 11.3 is shown in Clause C.6.

11.4 Maximum temperature limit, T_m

11.4.1 The specimens shall be subjected to T_{m-5}^0 °C for a period of 10 min.

11.4.2 With the samples maintained at T_{m-5}^0 °C, a dielectric test as per 10.1, and an insulation resistance test as per 10.2, shall be conducted.

11.4.3 To overcome possible effects of thermal inertia of the specimens and any necessary connections, and also to facilitate the introduction of the specimens into a suitable heating chamber, the specimens can be inserted into a sand box maintained at T_m .

11.4.4 The T_f and T_m tests may be conducted in separate equipment and samples may cool down during transfer from the T_f to T_m test.

11.4.5 No flashover, breakdown or refunctioning shall occur. At the conclusion of this test all specimens shall have functioned.

11.5 Ageing

11.5.1 In order to verify whether ageing at high temperature has a deleterious effect, thermal-links shall be subjected to the series of test steps of 11.5.4.

11.5.2 The temperature shall be maintained constant within ± 1 K.

11.5.3 Any specimens remaining intact at the conclusion of each step shall be submitted to the next step.

Conformity shall be considered satisfactory if all specimens have functioned after the first two steps.

11.5.4 Test steps are as follows:

11.5.4.1 Step 1: If requested by the manufacturer, the specimens are subjected to a temperature chosen between $T_f - 15$ K and T_h for a period of three weeks. At the conclusion of the test, at least 50 % of the specimens shall not have functioned.

11.5.4.2 The following tests are mandatory:

11.5.4.2.1 Step 2: $T_f - 15$ K for three weeks. At the conclusion of the test, at least 50 % of the specimens shall not have functioned unless the specimens have already been submitted to step 1, in which case all specimens may have functioned.

11.5.4.2.2 Step 3: $T_f - 10$ K for two weeks.

11.5.4.2.3 Step 4: $T_f - 5$ K for one week.

11.5.4.2.4 Step 5: $T_f - 3$ K for one week.

11.5.4.2.5 Step 6: $T_f + 3$ K for 24 h.

11.5.5 The specimens shall then cool in the test chamber to less than $T_f - 35$ K.

11.5.6 *The test is considered successful if all specimens have functioned.*

12 Resistance to rusting

12.1 Iron and steel parts shall be protected against corrosion by enamelling, galvanizing, plating or other equivalent means.

12.2 Corrosion protection is not required for parts made of stainless steel.

12.3 Thermal-links provided with one or more ferrous parts shall not be adversely affected by possible rusting of such parts.

12.4 *Compliance is checked by inspecting specimens of Groups A, B and C after the temperature and humidity cycle conditioning test of 9.18. The specimens are dried in air at a suitable temperature and the ferrous parts shall show no sign of rusting that might impair the performance of the thermal-links in the sense of this standard.*

13 Manufacturer's validation programme

13.1 The manufacturer shall conduct regular inspections for production control and tests for validating performance as per 13.2 and 13.3.

13.2 The manufacturer shall test three samples each, for all temperature ratings for thermal-links, once every two years for 10.3 (Interrupting current), 11.3 (Rated functioning temperature) and 11.4 (Maximum temperature limit) followed by the tests of 10.1 (Dielectric strength) and 10.2 (Insulation resistance). The pre-conditioning tests described in 9.2 (Lead secureness tests) may be omitted.

13.3 The tests of 10.3 shall be conducted on

- a) the highest rated voltage,
- b) the highest rated current,
- c) both a) and b)
with a.c. and/or d.c. in the case of a resistive or motor load, or with a.c. in the case of inductive, pilot duty or electric discharge lamp load; and
- d) the current and circuit condition declared by the manufacturer in the case of a special load.

Non-compliance in any of the tests shall be subject to a review and repetition as per Clause 5.

Annex A (normative)

Application guide

A.1 Instructions for mounting given by the manufacturer of the thermal-link shall be followed, especially in the case where thermal-links are provided with a coating or used in impregnated windings.

A.2 Thermal-links shall be chosen such that all prevailing electrical requirements with regard to insulation resistance, dielectric strength, creepage distances in air and clearances are met under normal and fault conditions, specified in the relevant equipment standard. For example, for audio, video and similar electronic devices, see IEC 60065.

A.3 Thermal-links shall be chosen such that, in the mounted position, their electrical and thermal insulation shall not be degraded by thermal overshoot effects produced under fault conditions in the equipment.

A.4 If thermal-links in the form of melting wires or strips are applied, barriers shall be provided so that sagging of such elements or possible droplets of molten metal cannot produce harmful effects.

A.5 If such melting wires are clamped or pressed under screws, rivets or terminals, it shall be verified that mechanical creepage phenomena do not result in unacceptable electrical contacts.

NOTE For hand-held or portable equipment, this provision applies irrespective of their position.

A.6 Electrical connections shall function as intended over the range of temperatures to which they may be exposed in the equipment.

A.7 Connectors and terminals shall not loosen easily due to vibration, shock, thermal cycling and the like.

A.8 Soldered connections, if any, shall not rely solely on the solder alloy for their mechanical rigidity but shall include mechanical anchoring, for example a wire bent through a hole in a terminal.

A.9 The mechanical strength and rigidity of the hardware used for mounting the thermal-link shall be adequate. Brackets, clamps or screws used for mounting the thermal-link shall withstand thrust and tensile forces, torques, vibrations and cyclic temperature changes expected during normal operating conditions of the equipment.

A.10 The mounted thermal-link shall be adequately protected from harmful effects produced by possible spillage of liquids from the equipment, for example by covers.

A.11 In order to avoid possible damage to the thermal-link, the manufacturer should be consulted when the end-use application involves sealing in or the use of cleaning solvents.

Annex B

(normative)

Alternative ageing test for thermal-links with T_h greater than 250 °C for use in electric irons

B.1 Thermal-links used to protect electric irons where the normal holding temperature is 250 °C or greater and which, in the event of failure, rises rapidly to a functioning temperature of 300 °C or higher, are not required to follow the usual ageing test described in 11.5.

B.2 The alternative ageing test is conducted as per the manufacturer's declaration.

B.3 Additionally, the tolerance of T_f in 11.3 is allowed to be –20 K instead of –10 K.

B.4 All other requirements of this standard, however, shall be met in order to conform with this standard.

Annex C (normative)

Conductive heat ageing test

NOTE In the USA, Annex C is required to be declared. For all other countries, Annex C is applicable when declared by the manufacturer.

C.1 Conductive heat ageing test

The following conductive heat ageing test shall be conducted on thermal-links with a T_f rating of 175 °C or above. The test is optional for thermal-links with a T_f rating less than 175 °C.

The conductive heat ageing test may be omitted if the thermal-link is of eutectic type and is constructed without contacts.

C.2 Method

C.2.1 General

Thirty samples shall be subjected to the test. Each of three groups consisting of ten sample thermal-links, shall be secured to a test fixture assembly and placed on an electrically heated static-air test oven constructed in accordance with C.6 and subjected to the test described in C.2.2 to C.4. The oven cover of the test oven, as shown in Figure C.2, shall be replaced with the test fixture assembly as shown in Figure C.1. The aluminium test box section and the ceramic oven liner section, shown in Figure C.2, shall be removed from the test oven.

C.2.2 Typical test fixture assembly

A typical test fixture assembly as shown in Figure C.1 consists of an aluminium plate, 229 mm × 229 mm and 6,4 mm thick on which ten thermal securing clips are mounted on the outer perimeter of the plate and serve to secure the thermal-link to the surface of the plate. An electrical insulator, consisting of two layers of 0,075 mm thick polyamide film and a nominal total thickness of 0,15 mm, shall be placed around each thermal-link to electrically insulate it from the aluminium plate. The leads of each adjacent thermal-link shall be welded together to form a series circuit. The wire size, type of wire, or termination method selected to connect the thermal-link to the electrical load, shall not significantly affect the temperature of the thermal-link to which the load is connected. The test fixture may be modified so that all 30 test samples may be tested on one test fixture assembly. Multiple test fixtures may be used with the samples divided into multiple groups.

C.2.3 Temperature setting

The test fixture assembly shall be placed on the thermal-link test oven as the cover, with the thermal-links positioned on the outside surface of the aluminium plate. The test oven shall be rated 10 A, 120 V a.c. or 230 V a.c.

C.2.4 Temperature behaviour

The temperature on the aluminium plate and the thermal-links shall be controlled by the length of time the test oven remains "on". During the "on" period, the thermal-links shall also be heated as a result of conducting a load current of 10 A at 120 V a.c. from the heating element of the test oven connected in series with the thermal-links.

Exception: If the thermal-link is rated less than 10 A, a separate circuit with an external load set for the thermal-link rated current shall be connected to the thermal-link. The load current shall be cycled concurrently with the test oven heating element. Whenever a thermal-link

opens, the test oven heating element shall remain off until the open thermal-link is removed and the thermal-link test location is bypassed.

C.2.5 Temperature monitoring

The temperature of each thermal-link shall be monitored by a thermocouple welded to the uppermost side of the thermal-link body. The thermal-link having the highest temperature shall be used for controlling the length of the oven “on” period. Verification of the stability of the temperature of the thermal-link body shall be determined 24 h after the start of the test. At that time, the temperature of eight out of ten (80 %) thermal-links shall be within 12 K of the highest monitored temperature.

C.3 Ageing

C.3.1 General

The thermal-links shall be aged as described in the following steps for a total of eight weeks plus one day or until they function:

- Step A 336 h (2 weeks) at 35 K below T_f ;
- Step B 336 h (2 weeks) at 25 K below T_f ;
- Step C 168 h (1 week) at 20 K below T_f ;
- Step D 168 h (1 week) at 15 K below T_f ;
- Step E 168 h (1 week) at 10 K below T_f ;
- Step F 168 h (1 week) at 5 K below T_f ;
- Step G 24 h (1 day) at $T_f + 5$ K. All 30 thermal-links shall be subjected to this step.

T_f is the rated functioning temperature of the thermal-links. For each step, a tolerance of ${}^0_{-6}$ K shall be used for controlling the test oven “on” and “off” period.

The load current “on” time through the tested device shall be at least 5 s but not longer than 10 s as declared by the manufacturer. These values may be exceeded during the ramp-up periods if the required ageing temperature of the step involved (Step A to Step G allowing the ${}^0_{-6}$ K tolerance) has not yet been attained on the thermal-link having the highest temperature and which is being used for controlling the length of the oven “on” period. The thermal-link may or may not be energized during the ramp-up period.

C.3.2 Cooling operation

Twice each week, the test oven shall be de-energized and the test fixture allowed to cool to room temperature. The cool-down period shall be for 12 h on the third and fifth day of each week. The total ageing time for each step shall not include the cool-down period or the time when the test oven is off due to a thermal-link functioning.

C.3.3 Premature operation

If a thermal-link functions prior to completing the total ageing period, the thermal-link shall be bypassed in order to retain continuity of the series circuit. During the reconnection process, the remaining thermal-links shall not be disturbed. Additional wire leads of proper size and type are to be used.

C.4 Results

As a result of the test, each thermal-link shall operate as intended, shall be electrically open, and there shall be no dielectric breakdown as a result of the test prescribed in Clause C.5.

C.5 Dielectric strength test

With reference to Clause C.4, following the test, each thermal-link shall be subjected to the dielectric strength test of 10.1, applied between the leads or terminals of the opened thermal-link after the test samples have been brought to room temperature.

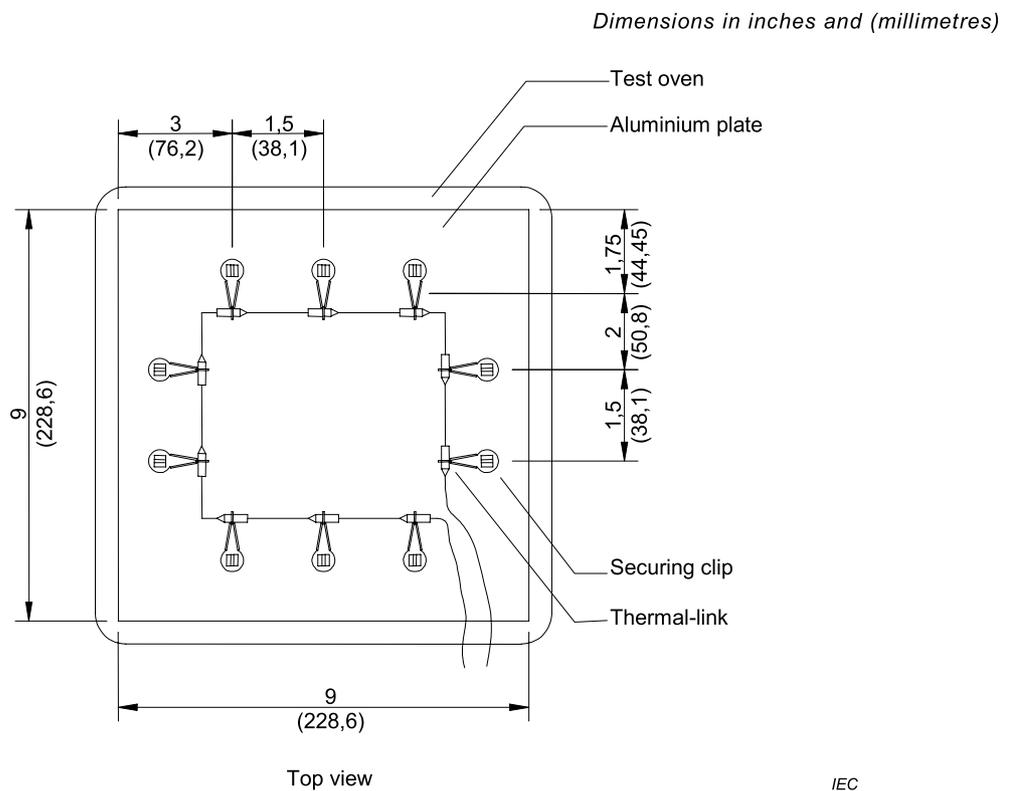


Figure C.1 – Typical test fixture assembly

C.6 Test oven

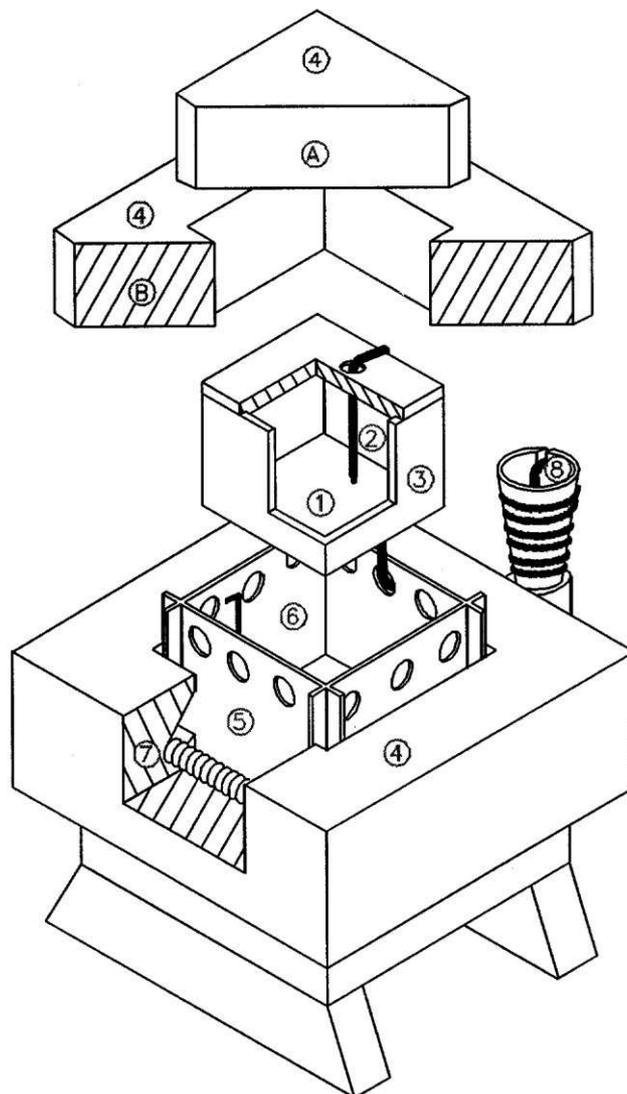
The test apparatus shall consist of an electrically heated, static-air oven. A typical example of such an oven is shown in Figure C.2. The oven shall be located in a room free of draughts and the ambient temperature shall be maintained reasonably constant during the test.

The oven described in Figure C.2 has a two-section core consisting of a non-metallic oven liner and a metal test box.

The interior surfaces of the oven described in Figure C.2 consist of a firebrick or a like type of surface which shields radiant heat and reduces heat loss. Seams and joints shall be tight.

The inner metal test box of the oven described in Figure C.2 has 6,4 mm thick walls. The test box shall rest on inorganic blocks and shall be shielded from radiant heat. The temperatures around the thermal-link shall be monitored by thermocouples located inside the metal test box.

The temperature regulating system of the oven shall be such that the temperature of the air at the test location is maintained within 0,5 K.



IEC

Key

- 1 test sample chamber
- 2 temperature monitoring and recording thermocouples
- 3 aluminium test box section, supported on four ceramic buttons
- 4 low-density fire brick oven
- 5 ceramic oven liner section
- 6 temperature controlling thermocouple inserted at the base of the oven between test box and oven liner
- 7 heating coil recessed in inside face of oven
- 8 heating element in series with oven heater used as ballast resistor
- A oven cover: 16 cm × 29 cm × 29 cm
- B 6,35 cm × 22,85 cm × 22,85 cm with a hole 8,25 cm × 8,25 cm

Figure C.2 – Typical thermal-link test oven

Annex D (informative)

Extended holding temperature evaluation

NOTE Annex D is applicable when declared by the manufacturer.

D.1 Extended holding temperature conditioning test

D.1.1 Twenty-five devices shall be placed in an electrically heated static-air oven for a period of 100 weeks while maintaining the rated load current at the rated voltage. The test oven shall be constructed in accordance with Clause C.6 and Figure C.2 except for overall dimension variations and also the inclusion of the terminal block support test fixture securing the thermal-links. A typical example of the terminal block support test fixture is shown in Figure D.1.

D.1.2 Each thermal-link shall be connected in series to the terminals of the test fixture as shown in Figure D.1. The internal cavity of the test oven shall be heated so that the body temperature of each sample shall be maintained at the rated T_{h-100} value. A thermocouple shall be attached to each thermal-link to monitor the body temperature.

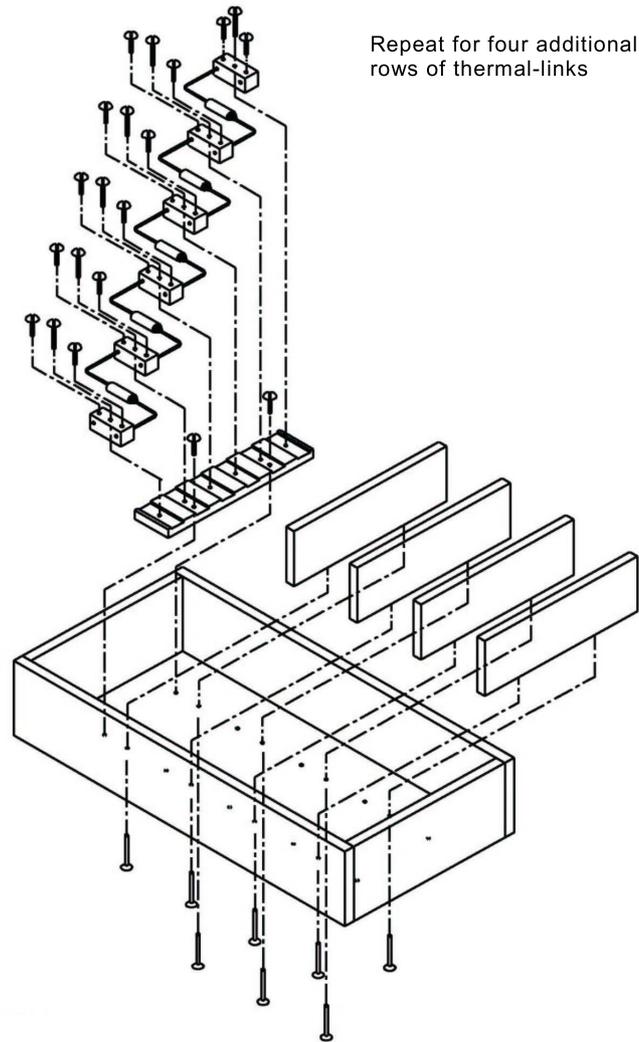
D.1.3 The temperature tolerances maintained for the samples shall be ${}_{-10}^0$ K for all 25 samples during the first two weeks of conditioning and ± 10 % of the T_{h-100} value (stated in °C) for at least 20 of the 25 samples for the remainder of the test time.

D.1.4 All samples that do not exceed +10 % of the T_{h-100} rating shall not be open at the conclusion of the conditioning. After the conditioning period, all but two of the samples shall be subjected to the load current interrupt test of Clause D.2. The remaining two samples shall be subjected to the rated functioning temperature test of 11.3.

D.2 Load current interrupt test

D.2.1 The samples shall be placed in a test oven that has been stabilized at 10 K below the rated functioning temperature, T_f , of the sample. Each thermal-link is then energized and the oven temperature shall be increased at the rate of (2 ± 1) K/min and the test shall be continued until the thermal-link functions or the oven temperature reaches 30 K above T_f .

D.2.2 Each thermal-link shall break the specified load current at the specified voltage. There shall be no damage to the integral leads of the thermal-link. The internal assembly of each sample shall be visually examined after the interrupt test. There shall be no welding or undue burning or pitting of the contacts or operating mechanism.



IEC

Use 3,3 mm² copper wire to jump from row to row of the thermal-links and in and out of the box through the hole in the lid.

Secure thermocouple leads to thermal-link body. Exit box through the nearest hole in the lid.

Figure D.1 – Typical terminal block support test fixture

Annex E (normative)

Seal ageing test

NOTE In the USA, Annex E is required, if applicable. For all other countries, Annex E is applicable when declared by the manufacturer.

E.1 This test applies to seals and potting compounds. After the conditioning, as specified below, the samples shall be tested to determine critical electrical and mechanical property values. The average value for each property on the conditioned samples shall be at least 50 % of the average value determined on unconditioned samples.

Seals and potting compounds need not be tested if they already comply with the relevant UL standard.

E.2 For each property to be evaluated, ten samples shall be conditioned for 1 000 h at the oven temperature determined from the respective thermal endurance profile line in Figure E.1. The temperature index is the measured normal operating temperature or T_h , but not less than 60 °C. The samples are then brought to room temperature.

On the same thermal endurance profile line as shown in Figure E.1, a shorter or longer time at a higher or lower oven temperature, respectively, may be employed if agreeable to both the manufacturer and the end-user, but a period of at least 300 h shall be used.

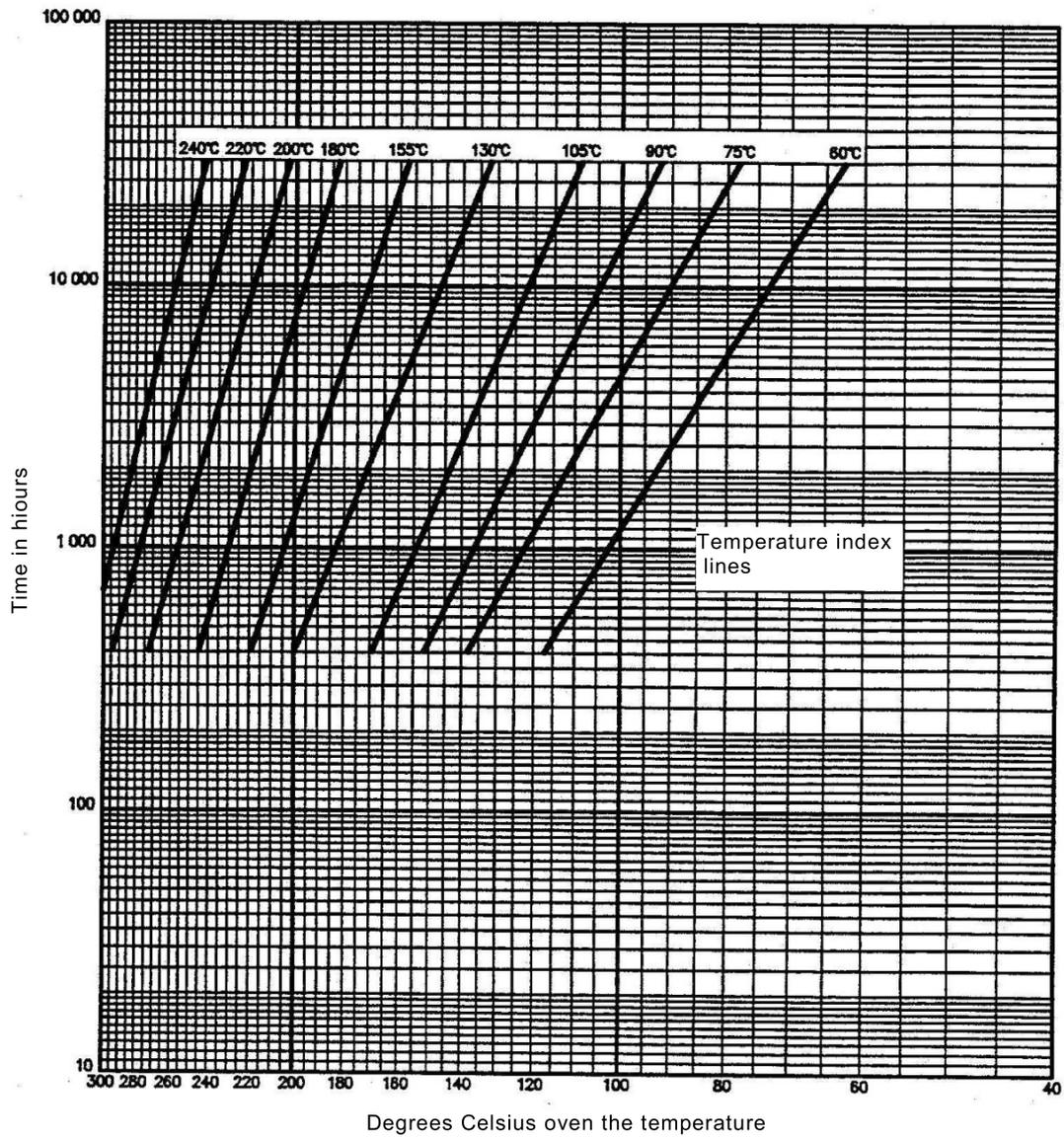


Figure E.1 – Conditioning time versus over temperature for proposed temperature index

IEC

Annex F (normative)

Identification requirements

NOTE In the USA, Annex F is required to be declared. For all other countries, Annex F is applicable when declared by the manufacturer.

F.1 The procedure described below shall be conducted on a number of samples of thermal-links employing eutectic-type elements for identification purposes.

F.2 The thermal activity of the thermal-link's alloy, determined by use of thermal-analysis apparatus employing a differential scanning calorimeter, shall be compared with a reference material that is thermally inert over the range of temperature rating of the material. The temperature of the sample and reference material shall be raised at a predetermined rate and the thermal differential between the two materials shall be graphically recorded on the Y axis against increasing temperature on the X axis. This graph shall include the thermally active temperature range, i.e. the endothermic melting point of the sample material. This point is represented by a downward peak on the graph.

F.3 The identification test shall be conducted on thermal-links employing organic-material elements. An infrared spectrum shall be obtained from the material by use of an infrared spectrophotometer. Sampling methods and instrument settings used in obtaining the spectrum shall be recorded.

F.4 To confirm adequate sealing, 25 samples shall be submerged 25,4 mm below the surface in hot mineral oil, maintained at 125 °C for 1 min. There shall be no air-bubbles escaping, indicating that the thermal-link is sealed. This procedure shall be conducted on thermal-links identified as sealed.

Annex G (normative)

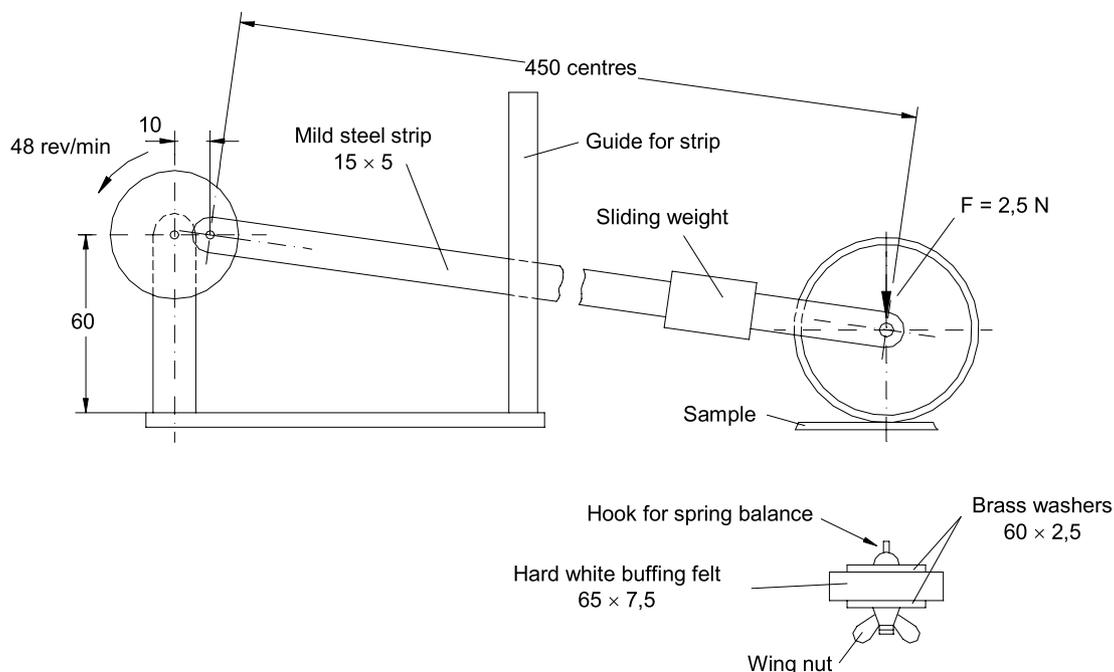
Indelibility of markings¹

Compliance with the marking indelibility testing requirements of Clause 7 shall be checked with the apparatus shown in Figure G.1.

The principal part consists of a disc of hard white buffing felt, 65 mm in diameter and 7,5 mm thick. This is locked against rotation and is arranged to move across the surface to be tested with a stroke of 20 mm and to exert a measurable force of 2,5 N on this surface. The standard test shall be 12 strokes (i.e. 12 rotations of the eccentric) and shall take approximately 15 s.

During the test the appropriate part of the buffing disc is covered with one layer of white absorbent lint soaked with water with the nap surface external.

Dimensions in millimetres



IEC

Figure G.1 – Apparatus for testing durability of markings

¹ Figure G.1 and its description have been adapted from Figure 8 and the second and third paragraphs of A.1.4 in IEC 60730-1:2013, with slight modifications.

Annex H (normative)

Requirements for thermal-link packaged assemblies

NOTE Annex H supplements or modifies the corresponding clauses of this standard.

H.3 Terms and definitions

Addition

H.3.101 thermal-link package

a thermal-link packaged in a metallic or non-metallic housing and may be provided with leads or tabs, epoxy or any other additions

H.4 General requirements

Additional subclause

H.4.101 A thermal-link that is used in a packaged assembly shall be separately evaluated to the requirements of this Annex H.

For each applicable test of H.9.9 and H.11.2 three new samples of packaged thermal-link assemblies shall be tested.

H.5 General notes on tests

Additional subclause

H.5.6.2.101 In addition to the tests of this annex, samples of a packaged thermal-link assembly shall be subjected to the test sequence of groups F and G.

H.9 Constructional requirements

Additional subclauses

H.9.5 Insulating materials

H.9.5.101 Polymeric materials used in the housing of the thermal-link packaged assembly shall have the following ratings or be tested to, at the specified thickness in accordance with the relevant standards:

- a) flammability rating of V-0 or V-1 in accordance with IEC 60695-11-10;
- b) glow-wire flammability index (GWFI) of 850 °C in accordance with IEC 60695-2-12 or
- c) glow-wire ignition test (GWIT) of 850 °C in accordance with IEC 60695-2-13;
- d) relative thermal endurance index (RTE) value which is greater than or equal to the maximum use or holding temperature (T_h) in accordance with IEC 60216-5;
- e) proof tracking index of minimum 175 V in accordance with IEC 60112;
- f) ball pressure test at a temperature of 20 K above the maximum use or holding temperature (T_h) in accordance with IEC 60695-10-2.

H.9.5.102 Potting compounds or epoxy shall be suitable for the application temperature and shall be identified in accordance with Annex F, if applicable.

H.9.5.103 If the maximum use or holding temperature of the thermal-link packaged assembly is less than the rating temperature of the potting compound or epoxy, whichever is smaller, then the material is acceptable for the application.

H.9.5.104 If the maximum use or holding temperature of the thermal-link packaged assembly is greater than the rating temperature of the potting compound or epoxy, whichever is greater, then the material shall be subjected to the seal ageing test of Annex E, if applicable.

H.9.9 Terminals and terminations

Additional subclauses

H.9.9.101 Tabs forming part of the thermal-link packaged assembly shall have adequate strength to allow the insertion and withdrawal of receptacles without damage to the thermal link packaged assembly such as to impair compliance with this standard.

H.9.9.102 *Compliance is checked by applying, without jerks, axial forces equal to those shown in Table H.1. No significant displacement of the tabs or damage shall occur to the assembly. There shall be no evidence of flashover or breakdown when the product is subjected to the dielectric strength test of 10.1 between live part and the enclosure.*

Table H.1 – Push and pull force

Tab Size (see IEC 61210) (mm)	Push ^a (N)	Pull ^a (N)
2,8	50	40
4,8	60	50
6,3	80	70
9,5	100	100

^a The values in the above table are the maximum allowed for the insertion and the withdrawal of a receptacle from a tab

H.9.9.103 Tabs forming part of the thermal-link packaged assembly shall be adequately spaced to allow the connection of the appropriate receptacles.

H.9.9.104 *Compliance is checked by applying an appropriate receptacle on each tab. During this application, no strain nor distortion shall occur to any of the tabs nor to their adjacent parts, nor shall the creepage and clearance values be reduced below those specified in Table 3.*

H.9.9.105 Wiring leads forming part of the thermal-link packaged assembly shall be sized in accordance with table H.2 and be mechanically secure so as to not transmit axial forces to the connections.

Table H.2 – Minimum nominal cross-sectional area of conductor

Current carried by wiring leads, A	Minimum nominal ^a cross-sectional area of conductor, mm ²
Up to and including 3	b
Over 3 up to and including 6	0,75
Over 6 up to and including 10	1
Over 10 up to and including 16	1,5
Over 16 up to and including 25	2,5
Over 25 up to and including 32	4
Over 32 up to and including 40	6
Over 40 up to and including 63	10
^a In the USA, other sizes of conductors apply ^b No minimum specified, but the manufacturer shall declare the conductor size for test purposes.	

H.9.9.106 *Compliance is checked by applying, without jerks, a gradual pull of 20 N to each lead for 1 minute. No significant displacement of the wiring leads or damage shall occur to the assembly. There shall be no evidence of flashover or breakdown when the product is subjected to the dielectric strength test of 10.1 between live part and the enclosure.*

H.11.2 Holding temperature, T_h

Additional subclauses

H.11.2.3.101 The thermal-link packaged assembly is connected to a resistive load circuit that is metered to draw the rated current through the thermal-link under the ambient temperature specified by the manufacturer.

H.11.2.3.102 The temperature of the medium in which the packaged thermal-link assembly is located shall be measured as near as possible to the center of the space occupied by the sample and at a distance of approximately 50 mm from the assembly.

H.11.2.3.103 The temperature of the parts and surfaces shall be determined by means of fine wire thermocouples (0,081 mm²) or other equivalent means, so chosen and positioned that they have the minimum effect on the temperature of the part under test.

H.11.2.3.104 The circuit is kept energized and loaded for 7 h.

H.11.2.3.105 After completion of the test, while still heated, the packaged thermal-link assembly is subjected to the dielectric strength test of 10.1.

H.11.2.3.106 *Compliance is checked by ensuring that the measured temperatures on the housing material, tabs or wiring leads, epoxy, etc. have not exceeded the maximum allowed values for the materials used in these components. In addition, the assembly complies with the requirements of 10.1.*

Bibliography

IEC 60085:2007, *Electrical insulation – Thermal evaluation and designation*

IEC 60695-10-3:2002, *Fire hazard testing – Part 10-3: Abnormal heat – Mould stress relief distortion test*

IEC 60695-11-20:1999/AMD1:2003, *Fire hazard testing – Part 11-20: Test flames – 500 W flame test methods*

IEC 60127-1:2006/AMD1:2011, *Miniature fuses – Part 1: Definitions for miniature fuses and general requirements for miniature fuse-links*

IEC 60216-1:2013, *Electrical insulating materials – Thermal endurance properties – Part 1: Ageing procedures and evaluation of test results*

IEC 60695-2-11:2014, *Fire hazard testing – Part 2-11: Glowing/hot-wire based test methods – Glow-wire flammability test method for end-products (GWEPT)*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS.....	46
INTRODUCTION.....	48
1 Domaine d'application	49
2 Références normatives	49
3 Termes et définitions	50
4 Exigences générales	52
5 Conditions générales d'essais	53
6 Classification.....	56
6.1 Conditions électriques.....	56
6.2 Conditions thermiques	56
6.3 Résistance au cheminement	56
7 Marquage.....	56
8 Documentation	57
9 Exigences de construction	57
9.1 Généralités	57
9.2 Essais de fixation des conducteurs	59
9.2.1 Généralités.....	59
9.2.2 Essai d'effort de traction.....	59
9.2.3 Essai d'effort de poussée	59
9.2.4 Essai de torsion.....	59
9.3 Contacts utilisés pour le passage du courant	60
9.4 Supports de montage ou parties métalliques accessibles.....	60
9.5 Matériau isolant	61
9.6 Résistance au cheminement	61
9.7 Lignes de fuite et distances d'isolement.....	61
9.8 Cycle de conditionnement en température et en humidité	62
9.9 Bornes et raccords	62
10 Exigences d'ordre électrique.....	63
10.1 Rigidité diélectrique	63
10.2 Résistance d'isolement	63
10.3 Courant de coupure	64
10.3.1 Généralités.....	64
10.3.2 Conditions spécifiques.....	64
10.4 Surcharge en courant pulsé	66
10.5 Essai de court-circuit limité	66
10.5.1 Généralités.....	66
10.5.2 Méthode d'essai	66
10.5.3 Courant assigné du fusible	67
10.5.4 Conformité.....	67
11 Essais de température.....	68
11.1 Généralités	68
11.2 Température de maintien, T_h	68
11.3 Température assignée de fonctionnement, T_f	68
11.4 Température limite maximale, T_m	69

11.5	Vieillissement.....	69
12	Protection contre la rouille.....	70
13	Programme de validation du constructeur.....	70
	Annexe A (normative) Guide d'application.....	72
	Annexe B (normative) Variante d'essai de vieillissement pour les protecteurs thermiques avec T_h supérieure à 250 °C pour utilisation dans les fers électriques.....	73
	Annexe C (normative) Essai de vieillissement après exposition à une chaleur conductrice.....	74
C.1	Essai de vieillissement après exposition à une chaleur conductrice.....	74
C.2	Méthode.....	74
C.3	Vieillissement.....	75
C.4	Résultats.....	76
C.5	Essai de rigidité diélectrique.....	76
C.6	Étuve d'essai.....	76
	Annexe D (informative) Évaluation de la tenue de température étendue.....	79
D.1	Essai de conditionnement de la tenue de température étendue.....	79
D.2	Essai de coupure de courant de charge.....	79
	Annexe E (normative) Essai de vieillissement des joints.....	81
	Annexe F (normative) Exigences d'identification.....	83
	Annexe G (normative) Indélébilité des marquages.....	84
	Annexe H (normative) Exigences relatives aux ensembles conditionnés de protecteurs thermiques.....	85
	Bibliographie.....	88
	Figure 1 – Essai de torsion.....	60
	Figure C.1 – Ensemble fixe d'essai typique.....	76
	Figure C.2 – Étuve typique d'essai de protecteur thermique.....	78
	Figure D.1 – Exemple typique de dispositif d'essai de support de bornes de raccordement.....	80
	Figure E.1 – Temps de conditionnement en fonction de la température de l'étuve pour l'indice de température proposé.....	82
	Figure G.1 – Appareil pour l'essai d'indélébilité des marquages.....	84
	Tableau 1 – Programme d'essai.....	55
	Tableau 2 – Résistance des conducteurs et des bornes de raccordement– Valeurs minimales exigées pour les essais d'efforts de traction et de poussée.....	60
	Tableau 3 – Lignes de fuite et distances d'isolement (valeurs minimales absolues).....	62
	Tableau 4 –Tensions d'essai pour la rigidité diélectrique.....	63
	Tableau 5 – Courant d'essai pour l'essai de coupure.....	64
	Tableau 6 – Essai de limitation du courant de court-circuit.....	67
	Tableau H.1 – Effort de poussée et de traction.....	86
	Tableau H.2 – Section nominale minimale du conducteur.....	87

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

PROTECTEURS THERMIQUES – EXIGENCES ET GUIDE D'APPLICATION

AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Electrotechnique Internationale (IEC) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de l'IEC). L'IEC a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. À cet effet, l'IEC – entre autres activités – publie des Normes internationales, des Spécifications techniques, des Rapports techniques, des Spécifications accessibles au public (PAS) et des Guides (ci-après dénommés "Publication(s) de l'IEC"). Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'IEC, participent également aux travaux. L'IEC collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de l'IEC concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de l'IEC intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de l'IEC se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de l'IEC. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que l'IEC s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; l'IEC ne peut pas être tenue responsable de l'éventuelle mauvaise utilisation ou interprétation qui en est faite par un quelconque utilisateur final.
- 4) Dans le but d'encourager l'uniformité internationale, les Comités nationaux de l'IEC s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de l'IEC dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de l'IEC et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) L'IEC elle-même ne fournit aucune attestation de conformité. Des organismes de certification indépendants fournissent des services d'évaluation de conformité et, dans certains secteurs, accèdent aux marques de conformité de l'IEC. L'IEC n'est responsable d'aucun des services effectués par les organismes de certification indépendants.
- 6) Tous les utilisateurs doivent s'assurer qu'ils sont en possession de la dernière édition de cette publication.
- 7) Aucune responsabilité ne doit être imputée à l'IEC, à ses administrateurs, employés, auxiliaires ou mandataires, y compris ses experts particuliers et les membres de ses comités d'études et des Comités nationaux de l'IEC, pour tout préjudice causé en cas de dommages corporels et matériels, ou de tout autre dommage de quelque nature que ce soit, directe ou indirecte, ou pour supporter les coûts (y compris les frais de justice) et les dépenses découlant de la publication ou de l'utilisation de cette Publication de l'IEC ou de toute autre Publication de l'IEC, ou au crédit qui lui est accordé.
- 8) L'attention est attirée sur les références normatives citées dans cette publication. L'utilisation de publications référencées est obligatoire pour une application correcte de la présente publication.
- 9) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Publication de l'IEC peuvent faire l'objet de droits de brevet. L'IEC ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de brevets et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme Internationale IEC 60691 a été établie par le sous-comité 32C: Coupe-circuits à fusibles miniatures, du comité d'études 32 de l'IEC: Coupe-circuits à fusibles.

Cette quatrième édition annule et remplace la troisième édition parue en 2002, l'Amendement 1: 2006 et l'Amendement 2: 2010. Cette quatrième édition constitue une révision technique.

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

- a) exigences relatives aux ensembles conditionnés de protecteurs thermiques;
- b) reformulation des exigences et des définitions relatives à l'essai T_h ;
- c) modification de la température initiale pour l'essai de courant de coupure;
- d) clarification des exigences de marquage (étiquette de conditionnement);

e) Indice de tenue au cheminement minimum égal à 175 au lieu de 120.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
32C/512/FDIS	32C/515/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/IEC, Partie 2.

La présente Norme est établie afin d'harmoniser la norme nationale américaine UL 1020, cinquième édition (annulée en 2003) et l'IEC 60961:1993, ainsi que son Amendement 1:1995 et son Amendement 2:2000.

Les pratiques divergentes suivantes de nature moins permanente existent dans le pays indiqué ci-dessous:

- Aux États-Unis, il est exigé d'indiquer l'Annexe C;
- Aux États Unis, l'Annexe E est exigée, le cas échéant;
- Aux États-Unis, il est exigé d'indiquer l'Annexe F.

Dans la présente norme, le caractère d'imprimerie suivant est utilisé:

- *déclarations de conformité: caractères italiques.*

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 l'IEC 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.

INTRODUCTION

Les protecteurs thermiques, définis comme des dispositifs non réarmables, fonctionnant une seule fois sans réutilisation, sont très employés pour la protection thermique des matériels dans lesquels, lors de conditions de défaut (anormales), une ou plusieurs parties peuvent atteindre des températures dangereuses.

Puisque ces dispositifs possèdent plusieurs points communs avec les éléments de remplacement (fusibles) miniatures et qu'ils sont utilisés pour obtenir un niveau de protection comparable, l'effort s'est orienté, dans la présente Norme, de façon à établir une série d'exigences principales pour de tels dispositifs.

PROTECTEURS THERMIQUES – EXIGENCES ET GUIDE D'APPLICATION

1 Domaine d'application

La présente Norme internationale est applicable aux protecteurs thermiques destinés à être incorporés dans les appareils électriques, le matériel électronique et ses composants, normalement utilisés à l'intérieur d'un local, afin de les protéger contre les températures excessives lors de conditions anormales.

NOTE 1 Le matériel n'est pas prévu pour produire de la chaleur.

NOTE 2 L'efficacité de la protection contre les températures excessives dépend logiquement de la position et du mode de montage du protecteur thermique ainsi que du courant qui le traverse.

La présente Norme peut s'appliquer aux protecteurs thermiques utilisés dans d'autres conditions que celles qui sont réunies à l'intérieur d'un local, pourvu que les conditions climatiques ou autres de l'entourage immédiat de tels protecteurs thermiques soient comparables à celles de la présente Norme.

La présente Norme peut s'appliquer aux protecteurs thermiques dans leurs formes les plus simples (par exemple les lames ou les fils de fusion), pourvu que le matériau fondu, expulsé pendant le fonctionnement, ne soit pas préjudiciable à la sécurité du matériel, particulièrement dans le cas du matériel tenu à la main, ou mobile indépendamment de sa position.

L'Annexe H de la présente Norme s'applique aux ensembles conditionnés de protecteurs thermiques déjà conformes à la présente Norme mais conditionnés dans un boîtier métallique ou non métallique et munis de bornes/conducteurs à fils.

La présente Norme s'applique aux protecteurs thermiques dont la tension assignée n'excède pas 690 V en courant alternatif ou en courant continu, et dont le courant assigné n'excède pas 63 A.

Les objectifs de la présente Norme sont les suivants:

- a) établir des exigences uniformes pour les protecteurs thermiques,
- b) définir des méthodes d'essai,
- c) fournir des renseignements utiles pour l'utilisation des protecteurs thermiques dans les matériels.

La présente Norme n'est pas applicable aux protecteurs thermiques utilisés dans des conditions extrêmes, telles que des atmosphères corrosives ou explosives.

La présente Norme n'est pas applicable aux protecteurs thermiques destinés à être utilisés dans des circuits en courant alternatif avec une fréquence inférieure à 45 Hz ou supérieure à 62 Hz.

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).

IEC 60065:2014, *Appareils audio, vidéo et appareils électroniques analogues – Exigences de sécurité*

IEC 60112:2003, *Méthode de détermination des indices de résistance et de tenue au cheminement des matériaux isolants solides*

IEC 60112:2003/AMD1:2009

IEC 60127-2:2014, *Coupe-circuit miniatures – Partie 2: Cartouches*

IEC 60216-5:2008, *Matériaux isolants électriques – Propriétés d'endurance thermique – Partie 5: Détermination de l'indice d'endurance thermique relatif (RTE) d'un matériau isolant*

IEC 60664-1:2007, *Coordination de l'isolement des matériels dans les systèmes (réseaux) à basse tension – Partie 1: Principes, exigences et essais*

IEC 60695-2-12:2010, *Essais relatifs aux risques du feu – Partie 2-12: Essais au fil incandescent/chauffant – Méthode d'essai d'indice d'inflammabilité au fil incandescent (GWFI) pour matériaux*

IEC 60695-2-12:2010/AMD1:2014

IEC 60695-2-13:2010, *Essais relatifs aux risques du feu – Partie 2-13: Essais au fil incandescent/chauffant – Méthode d'essai de température d'allumabilité au fil incandescent (GWIT) pour matériaux*

IEC 60695-2-13:2010/AMD1:2014

IEC 60695-10-2:2014, *Essais relatifs aux risques du feu – Partie 10-2: Chaleurs anormales – Essai à la bille*

IEC 60695-11-10:2013, *Essais relatifs aux risques du feu – Partie 11-10: Flamme d'essai – Méthodes d'essai horizontal et vertical à la flamme de 50 W*

IEC 60730-1:2013, *Dispositifs de commande électrique automatiques – Partie 1: Exigences générales*

IEC 61210:2010, *Dispositifs de connexion – Bornes plates à connexion rapide pour conducteurs électriques en cuivre – Exigences de sécurité*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions suivants s'appliquent.

3.1

distance d'isolement

distance la plus courte dans l'air entre deux parties conductrices

3.2

ligne de fuite

distance la plus courte le long de la surface d'une matière isolante entre deux parties conductrices

3.3

température de maintien

T_h

température maximale du protecteur thermique pour laquelle, pendant un temps spécifié, au courant assigné, l'état de conductibilité ne changera pas

Note 1 à l'article: La valeur minimale admissible de T_h est 35 °C.

3.4

série homogène

série de protecteurs thermiques, de dimensions externes identiques et de dimensions hors-tout communes, dont chacun ne diffère de l'autre que par des caractéristiques (y compris les valeurs assignées) telles que, pour un essai donné, l'essai d'un ou d'un nombre réduit de protecteurs thermiques déterminés de la série doit être considéré comme représentatif de tous les protecteurs thermiques de la série

3.5

courant de coupure

I_b

valeur du courant que le protecteur thermique est capable de couper, sous tension assignée et suivant des caractéristiques spécifiées du circuit

3.6

température limite maximale

T_m

température du protecteur thermique, indiquée par le constructeur, jusqu'à laquelle les propriétés mécaniques et électriques du protecteur thermique, qui a changé son état de conductibilité, ne sont pas altérées pendant un temps donné

3.7

pilote de service

caractéristiques assignées attribuées à un appareil de connexion qui commande la bobine d'un autre dispositif électromécanique, tel qu'un solénoïde, un relais ou un contacteur

3.8

matériel mobile

matériel qui est déplacé pendant son fonctionnement ou qui peut être facilement déplacé tout en restant relié au circuit d'alimentation

3.9

courant assigné

I_r

courant utilisé pour la classification du protecteur thermique

3.10

température assignée de fonctionnement

T_f

température de protecteur thermique qui change son état de conductibilité, avec détection de courant jusqu'à 10 mA comme seule charge

3.11

tension assignée

U_r

tension qui sert à la classification du protecteur thermique

3.12**élément thermique**

matériau métallique ou non métallique faisant partie du protecteur thermique et sensible à la température par un changement d'état tel que solide à liquide à la température pour laquelle il a été calibré

3.13**protecteur thermique**

élément non réarmable, incorporant un élément thermique, qui ouvrira un circuit une seule fois lorsqu'il sera exposé, pendant une durée suffisamment longue, à une température excédant celle pour laquelle il a été conçu

3.14**surcharge en courant pulsé** I_p

train d'impulsions de courant continu que le protecteur thermique est capable de supporter sans que ses caractéristiques en soient altérées

3.15**essai de type**

essai de conformité sur la base d'un ou de plusieurs échantillons d'un produit représentatifs de la production

3.16**tenue de température étendue** T_{h-100}

température maximale qu'un protecteur thermique peut tolérer pendant une durée de 100 semaines lorsqu'il supporte la charge du courant assigné à la tension assignée, sans provoquer l'ouverture du circuit conformément à l'évaluation de la tenue de température étendue

Note 1 à l'article: C'est une caractéristique assignée à considérer par l'utilisateur pendant l'étude du produit final.

Note 2 à l'article: L'annexe D spécifie l'évaluation de la tenue de température étendue.

3.17**essai de vieillissement après exposition à la chaleur conductrice****CHAT**

essai pour évaluer l'aptitude d'un protecteur thermique à fonctionner dans une application

Note 1 à l'article: S'il fonctionne de façon satisfaisante, le protecteur thermique recevra une caractéristique assignée (CHAT). Cette caractéristique assignée est à considérer par l'utilisateur pour le produit final pendant l'étude de fin d'utilisation du produit.

Note 2 à l'article: L'Annexe C spécifie l'essai de vieillissement après exposition à une chaleur conductrice.

Note 3 à l'article: L'abréviation «CHAT» est dérivée du terme anglais développé correspondant «conductive heat ageing test».

4 Exigences générales

4.1 Une protection convenable du matériel contre des températures excessives ne dépend pas seulement des propriétés du protecteur thermique mais aussi, en grande partie, du montage du protecteur thermique dans le matériel. Donc, en plus d'une bonne conception, les exigences du guide d'application de l'Annexe A doivent être prises en compte.

4.2 Les protecteurs thermiques doivent avoir une résistance électrique et mécanique convenable, et doivent être construits pour supporter toutes les conditions de manipulations qu'ils sont susceptibles de rencontrer durant le montage et l'utilisation normale, lorsqu'ils sont utilisés dans les limites des exigences de la présente Norme.

4.3 Lorsqu'un protecteur thermique change son état de conductibilité, aucun arc ni aucune flamme ne doivent être entretenus et aucun matériau pouvant provoquer des dommages à son entourage immédiat ou provoquer un risque de choc électrique ou de feu ne doit être expulsé.

Pour l'emploi de protecteurs thermiques sous forme de lames ou de fils de fusion, il convient de veiller à ce que le matériau fondu ne court-circuite ni ne réduise les lignes de fuite et distances d'isolement, pour réduire les risques d'endommagement du système d'isolation du matériel.

Après avoir fonctionné, le protecteur thermique s'il est soumis à des températures ne dépassant pas T_m , ne doit pas subir de dommages de nature à compromettre la sécurité du matériel en ce qui concerne les risques de danger de chocs électriques ou les risques de claquages électriques. Le protecteur thermique ne doit pas se réenclencher après fonctionnement.

4.4 Pour les exigences relatives aux ensembles conditionnés de protecteurs thermiques, voir l'Annexe H.

5 Conditions générales d'essais

5.1 Les conditions d'essai sont les suivantes.

5.1.1 Sauf spécification contraire, seuls les essais qu'il n'est pas nécessaire d'effectuer dans une chambre climatique et/ou une étuve d'essai doivent être effectués dans les conditions atmosphériques suivantes:

- température: 15 °C à 35 °C,
- humidité relative: 25 % à 75 %,
- pression de l'air: $8,6 \times 10^4$ Pa à $1,06 \times 10^5$ Pa.

Les conditions atmosphériques nécessaires pendant les essais peuvent être commandées lors des essais et pendant la durée des essais. Les conditions atmosphériques nécessaires ne doivent pas être maintenues dans un laboratoire d'essai en dehors des moments où les essais sont effectués.

5.1.2 Lorsque les conditions indiquées en 5.1.1 ont une influence significative, elles doivent être maintenues presque constantes pendant les essais.

5.1.3 Si les limites de température indiquées en 5.1.1 sont trop larges pour certains essais, les essais doivent être à nouveau effectués, en cas de doute, à une température de (23 ± 1) °C.

5.2 Dans chaque rapport d'essai, la température ambiante doit être indiquée. Si les conditions normalisées d'humidité relative ou de pression ne sont pas satisfaites au cours des essais, une note à ce sujet doit être ajoutée dans le rapport.

5.3 Si le résultat d'un essai dépend de façon appréciable de la position ou du mode de montage de l'échantillon, la condition la plus défavorable doit être retenue pour les essais en question et notée.

5.4 Si un protecteur thermique a été spécialement conçu pour être utilisé dans un type précis de matériel, et ne peut pas être soumis à l'essai séparément, les essais de la présente Norme doivent être conduits dans ce matériel ou dans la partie correspondante ou similaire.

5.5 Dans le cas de l'essai d'une série homogène de protecteurs thermiques, tous les essais doivent être réalisés sur les protecteurs thermiques avec T_f la plus basse et la plus

élevée. Pour les protecteurs thermiques ayant des températures assignées de fonctionnement intermédiaires, seuls les essais de 10.3, 11.3, 11.4 et 11.5 sont nécessaires.

5.6 Le nombre d'échantillons présente les caractéristiques suivantes:

5.6.1 Le nombre total d'échantillons nécessaires est de 48. Quinze échantillons, sur un total de 48, sont conservés dans l'éventualité d'une répétition de certains essais. Trente-trois échantillons, sur un total de 48, sont divisés en 11 groupes auxquels sont assignées des lettres alphabétiques de A à K. Chaque groupe comprend trois échantillons. Les essais doivent être réalisés dans l'ordre indiqué au Tableau 1 mais, sur demande, certains essais peuvent être répétés, par exemple l'essai sur le marquage (voir l'Article 7). Des échantillons supplémentaires peuvent être nécessaires selon la Note 2 du Tableau 1.

Pour les essais facultatifs, il convient de prévoir des échantillons supplémentaires selon les annexes correspondantes.

5.6.2 Si un défaut est constaté au cours de l'un des essais effectués selon un article d'essai approprié de cette norme, la cause du défaut est identifiée et une mesure de correction est prise. Sur la base du rapport d'analyse de défaut et de la mesure de correction, la séquence d'essai doit être répétée au moins sur le double du nombre d'échantillons révisés et aucun autre défaut n'est toléré.

Si aucune mesure de correction n'est nécessaire, il convient de répéter l'essai avec le double de la taille et aucun autre écart n'est toléré.

5.6.3 Pour les exigences relatives aux ensembles conditionnés de protecteurs thermiques, voir l'Annexe H.

5.7 L'essai de vieillissement après exposition à la chaleur conductrice de l'Annexe C est applicable quand cela est indiqué par le constructeur.

L'essai de vieillissement après exposition à la chaleur conductrice peut ne pas être effectué si le protecteur thermique est fabriqué sans contacts.

NOTE Aux États-Unis, l'essai de vieillissement après exposition à la chaleur conductrice doit être déclaré.

Tableau 1 – Programme d'essai

Article ou Paragraphe	Essai	Groupes d'échantillons										
		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
7 ^a	Marquage (essai de frottement)	X	X									
7 ^a	Marquage (examen visuel seulement)	X	X									
9 Exigences de construction												
9.2.2 ^a	Efforts de traction	X										
9.2.3 ^a	Effort de poussée		X									
9.2.4 ^a	Effort de torsion			X								
9.6 ^a	Résistance au cheminement											X
9.7 ^a	Lignes de fuite et distances d'isolement						X	X				
9.8	Cycle de conditionnement en température et en humidité	X	X	X			X	X				
10 Exigences d'ordre électrique												
10.1	Rigidité diélectrique (si applicable)	X	X	X			X	X				
10.2	Résistance d'isolement (si applicable)	X	X	X			X	X				
10.1	Rigidité diélectrique	X	X			X	X	X	X	X	X	X
10.2	Résistance d'isolement	X	X			X	X	X	X	X	X	X
10.3	Courant de coupure						X	X				
10.4	Surcharge en courant pulsé	X	X						X			
11 Essais de températures												
11.2	Contrôle de T_h											X
11.3	Contrôle de T_f	X		X								
11.4	Contrôle de T_m suivi par l'essai diélectrique et résistance d'isolement			X	X							
11.5	Vieillessement phase 1 (facultative) 21 jours phase 2 (obligatoire) 21 jours phase 3 (obligatoire) 14 jours phase 4 (obligatoire) 7 jours phase 5 (obligatoire) 7 jours phase 6 (obligatoire) 24 heures		X			X			X	X	X	
12 Protection contre la rouille												
12 ^a	Protection contre la rouille (parties en métaux ferreux)	X	X	X								
Si les conditions de tension, de puissance et de courant de 10.3.2.3, 10.3.2.4 et 10.3.2.5 ne sont pas couvertes par un essai, il convient de soumettre à essai un minimum de trois échantillons pour chaque condition.												
^a Dans le cas d'essais d'une série homogène, ces essais peuvent ne pas être effectués pour les valeurs assignées intermédiaires.												

6 Classification

6.1 Conditions électriques

En ce qui concerne les conditions électriques, les termes suivants s'appliquent:

- a) tension
 - 1) Courant alternatif
 - 2) Courant continu
- b) courant
 - 1) résistif
 - 2) inductif
- c) moteur
- d) pilote de service
- e) lampe électrique à décharge
- f) spéciale

6.2 Conditions thermiques

En ce qui concerne les conditions thermiques, les symboles et les abréviations suivants s'appliquent:

- a) T_f
- b) T_h
- c) T_m
- d) CHAT
- e) T_{h-100}

6.3 Résistance au cheminement

En ce qui concerne la résistance au cheminement, les plages de valeurs suivantes s'appliquent:

- a) indice de tenue au cheminement de 175 à 249;
- b) indice de tenue au cheminement supérieur ou égal à 250.

NOTE Ces plages de valeurs sont fondées sur les méthodes d'essai de cheminement de surface indiquées dans l'IEC 60112.

7 Marquage

7.1 Chaque protecteur thermique doit porter les indications suivantes:

- a) le type ou la référence de catalogue;
- b) le nom du constructeur ou la marque commerciale;
- c) la température assignée de fonctionnement T_f avec ou sans le symbole T_f suivie du nombre de degrés Celsius (suivi de °C ou C);
- d) un code de date qui identifie la date de construction et qui ne se répète pas pendant au moins 10 ans et un lieu de fabrication ou un code, figurant sur le protecteur thermique ou sur le plus petit conditionnement.

S'il n'y a qu'une seule usine, le lieu peut être omis.

Il convient que les numéros ou les références de catalogue définissent les caractéristiques de température, courant et tension qui, ensemble, classifient un protecteur thermique.

7.2 La température assignée de fonctionnement T_f peut être omise si un type différent ou une référence de catalogue différente est utilisé(e) pour chaque température différente de fonctionnement.

7.3 Le marquage doit être indélébile et lisible.

La conformité aux exigences d'indélébilité du marquage est vérifiée par l'essai de l'Annexe G en utilisant l'appareil représenté à la Figure G.1. La lisibilité est vérifiée par examen. Après les essais de vieillissement de 11.4, la conformité est vérifiée par examen.

7.4 Les indications selon a), b), c) et d) de 7.1 doivent également figurer sur les conditionnements avec une référence à la présente Norme.

7.5 Si le protecteur thermique est de petite taille, et qu'il n'est pas destiné à être remplacé, les indications selon b) à d) de 7.1 doivent figurer sur le conditionnement, ainsi qu'une référence à la présente Norme.

La conformité est vérifiée par examen.

8 Documentation

Le constructeur doit fournir dans la documentation technique, les catalogues et les notices d'emploi les renseignements qui suivent, et qui viennent s'ajouter à ceux qui sont exigés à l'Article 7:

- a) la classification selon l'Article 6;
- b) pour chacune des classifications:
 - 1) les températures caractéristiques T_f , T_h , T_m ;
 - 2) les courants caractéristiques I_r , I_b , I_p ;
 - 3) la tension assignée U_f ;
- c) l'aptitude au scellement, et le comportement avec les liquides d'imprégnation ou les solvants de nettoyage;
- d) les indications de montage du protecteur thermique dans le matériel.
- e) les protecteurs thermiques de petite taille et non destinés à être remplacés.

Pour des raisons de sécurité, il convient qu'il apparaisse clairement dans la documentation, d'une part, qu'un protecteur thermique n'est pas un produit réparable et, d'autre part, qu'en cas de remplacement, il convient d'utiliser un protecteur thermique équivalent du même constructeur et ayant la même référence du catalogue, monté exactement de la même façon.

- f) la position de l'écran métallique, s'il est situé à une distance différente de 12,7 mm des parties actives dans le cas d'un protecteur thermique ayant un élément conducteur.

9 Exigences de construction

9.1 Généralités

9.1.1 Les protecteurs thermiques doivent avoir une stabilité et une résistance mécanique suffisantes pour supporter les contraintes qu'ils sont susceptibles de rencontrer lors de manipulations et dans des conditions d'utilisation normale et de défaut du matériel d'utilisation finale correspondant.

9.1.2 Les bornes à languettes doivent être construites conformément à l'IEC 61210 et la température maximale admissible des matériaux à languettes doit être conforme aux indications du Tableau A.1 de l'IEC 61210:2010 (Languettes / Intégrées).

9.1.3 Les parties conductrices doivent être construites de telle sorte que la pression du contact ne soit pas transmise au travers d'un matériau non métallique autre que la céramique ou tout matériau considéré comme étant de dimensions assez stables dans toute la plage des valeurs de températures attendues, à moins que les parties métalliques correspondantes ne présentent une élasticité suffisante pour compenser toute rétraction ou distorsion du matériau non métallique.

Les parties conductrices doivent avoir la résistance mécanique nécessaire, être capables de transporter le courant assigné et doivent être d'un matériau acceptable pour cette application particulière.

Pour les parties conductrices, il convient de considérer les limites de température selon le Tableau 13 de l'IEC 60730-1:2013.

9.1.4 Le frottement ne doit pas être utilisé pour fixer des parties actives non isolées (y compris les bornes) à leur support s'il y a un risque de rotation ou de déplacement de telles parties, réduisant les lignes de fuite et les distances d'isolement à des valeurs inférieures à celles exigées par ailleurs dans la présente Norme. La sécurité des ensembles de contacts doit être telle que l'alignement des contacts soit maintenu.

9.1.5 Les conducteurs et les bornes doivent être fixés de façon telle qu'aucune contrainte pendant leur installation et leur utilisation normale n'altère le fonctionnement du protecteur thermique. Les protecteurs thermiques utilisant des joints avec des conducteurs formés pour une utilisation dans des appareils ou des composants ne doivent pas être pliés à moins de 3 mm du joint du protecteur thermique.

Les conducteurs peuvent être pliés à moins de 3 mm du joint si:

- a) la méthode et la procédure de pliage du constructeur du protecteur thermique ne transmettent pas de contrainte au mécanisme de fonctionnement du protecteur thermique, et;
- b) les échantillons d'essai formés doivent être soumis à l'essai de fixation par torsion du conducteur de 9.2.4 et à l'essai de température assignée de fonctionnement de 11.3.

9.1.6 Des instructions d'application doivent être fournies pour le protecteur thermique dont les conducteurs ont une section inférieure à $0,21 \text{ mm}^2$, pour informer l'utilisateur sur la façon de monter le dispositif dans le matériel et en prenant en considération la réponse en température du dispositif. Ces instructions doivent donner également des lignes directrices sur les effets que les mouvements et les vibrations du matériel peuvent avoir sur les bornes, les connexions et les autres moyens de montage du protecteur thermique.

9.1.7 Les bornes pour connexions soudées doivent être telles qu'elles maintiennent le conducteur indépendamment de la soudure, au moyen d'un trou par exemple.

9.1.8 Le cas échéant, des dispositions doivent être données pour le montage fiable d'un protecteur thermique en position.

9.1.9 Il n'est pas nécessaire de donner des dispositions de montage pour les protecteurs thermiques destinés à être installés dans des enroulements et similaires.

9.1.10 Les boulons, vis ou les autres pièces utilisées pour monter un ensemble ayant un protecteur thermique doivent être indépendants de ceux utilisés pour fixer les parties des composants de l'ensemble.

9.1.11 *La conformité est vérifiée par les essais de fixation des conducteurs de 9.2. Les instructions de montage et de fixation doivent être données avec les protecteurs thermiques pour le constructeur du produit final selon l'Annexe A.*

9.2 Essais de fixation des conducteurs

9.2.1 Généralités

Si l'effort appliqué au fil du protecteur thermique entraîne une contrainte appliquée au mécanisme de fonctionnement directement ou indirectement en raison de la rupture d'une ou de plusieurs pièces, les essais décrits en 9.2.2, 9.2.3 et 9.2.4 doivent être effectués. Il ne doit pas y avoir de déplacement de parties qui tend à réenclencher un protecteur thermique ou à réduire les lignes de fuite ou les distances d'isolement à l'issue des essais spécifiés en 9.2.2 et 9.2.3. Il ne doit pas y avoir de déplacement de parties autres que le fil à l'issue de l'essai spécifié en 9.2.4.

9.2.2 Essai d'effort de traction

Le protecteur thermique doit être fixé de façon telle qu'il ne soit pas altéré et un effort de traction tel que spécifié dans le Tableau 2 doit être appliqué à chaque conducteur pendant 1 min.

9.2.3 Essai d'effort de poussée

Le protecteur thermique doit être fixé en utilisant tout moyen approprié pour ne pas l'altérer et un effort de poussée tel que spécifié dans le Tableau 2 doit être appliqué à chaque conducteur pendant 1 min à une distance de 2 mm du protecteur thermique.

9.2.4 Essai de torsion

Le protecteur thermique doit être fixé fermement de façon telle qu'il ne soit pas altéré. Chaque conducteur doit être plié à 90° à 10 mm du corps du protecteur thermique et retourné de 180° tel que cela est représenté à la Figure 1.

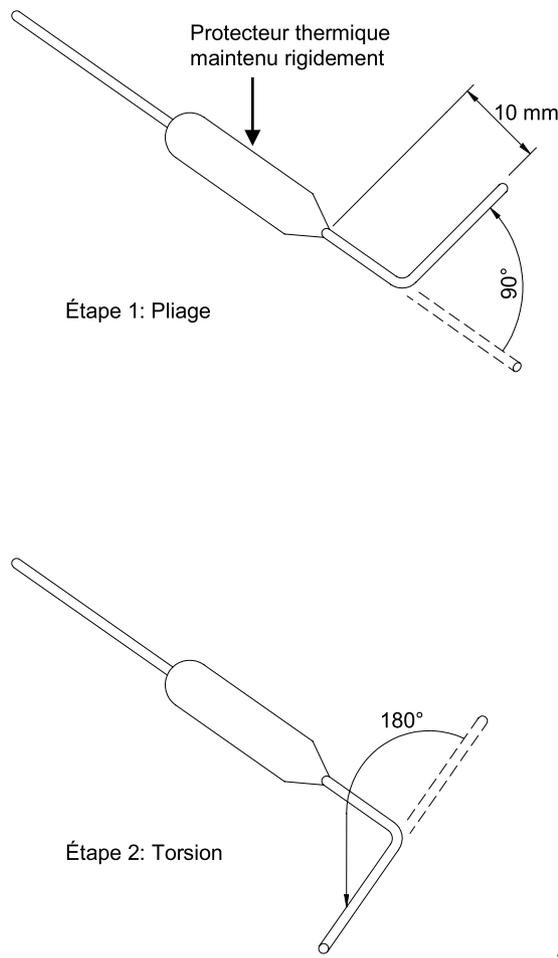


Figure 1 – Essai de torsion

Tableau 2 – Résistance des conducteurs et des bornes de raccordement– Valeurs minimales exigées pour les essais d'efforts de traction et de poussée

Section nominale du conducteur, A mm ²	Effort de traction N	Effort de poussée N
Jusqu'à 0,05 inclus	1	0,25
Au-dessus de 0,05 et jusqu'à 1,2 inclus	$20 \times A$	$5 \times A$
Au-dessus de 1,2	40	8

NOTE A est la section nominale de la borne en mm².

9.3 Contacts utilisés pour le passage du courant

Les contacts utilisés pour le passage du courant dans un protecteur thermique doivent supporter la contrainte de tension produite par la source d'alimentation du circuit. Les parties conductrices ou les contacts, ainsi que leurs bornes sont généralement isolés des parties métalliques, telles que les supports de montage, les enveloppes métalliques ou équivalents, par un matériau isolant.

9.4 Supports de montage ou parties métalliques accessibles

Si les supports de montage ou les parties métalliques de l'enveloppe du protecteur thermique sont accessibles ou reliés par de faibles impédances à l'enveloppe métallique du matériel, accessible de l'extérieur par l'utilisateur, l'isolement entre les parties conductrices du

protecteur thermique et les enveloppes conductrices doit être convenable dans les conditions spécifiées de température ambiante et d'humidité.

9.5 Matériau isolant

Pour les exigences relatives aux ensembles conditionnés de protecteurs thermiques, voir l'Annexe H.

9.6 Résistance au cheminement

9.6.1 Si le matériau isolant utilisé pour le support des parties conductrices, des contacts et des bornes est exposé, au cours d'une utilisation normale, à la formation d'humidité ou de poussière, il doit résister au cheminement.

9.6.2 *Pour un matériau autre que la céramique, la conformité est vérifiée en réalisant l'essai de résistance au cheminement conformément à l'IEC 60112 sur des échantillons ou des éprouvettes plates de matériau isolant équivalent. Les valeurs de l'Indice de Tenue au Cheminement (ITC) doivent être fixées par le constructeur, mais ne doivent pas être inférieures à 175 V.*

9.7 Lignes de fuite et distances d'isolement

9.7.1 Les distances d'isolement et les lignes de fuite entre les parties conductrices (des contacts et de leurs bornes) et l'extérieur du boîtier du protecteur thermique, y compris les parties métalliques isolées des parties conductrices, ne doivent pas être inférieures aux valeurs du Tableau 3. Les valeurs indiquées sont considérées comme valeurs minimales absolues, qui incluent les tolérances de fabrication.

L'attention est attirée sur le fait qu'il est admis que les lignes de fuite et les distances d'isolement extérieures, spécifiées dans le Tableau 3, soient dans quelques cas plus petites que celles exigées par les normes de certains appareils ou matériels. Dans de tels cas, il convient de prévoir des moyens supplémentaires lorsqu'un protecteur thermique est monté dans le matériel de façon à ajuster les lignes de fuite et les distances d'isolement aux valeurs exigées par la norme du matériel concerné.

9.7.2 Ces distances ne sont pas applicables entre les contacts ouverts du protecteur thermique.

La conformité est vérifiée en mesurant les distances considérées.

Tableau 3 – Lignes de fuite et distances d'isolement (valeurs minimales absolues)

Tension assignée, U_r V	Distances d'isolement mm	Lignes de fuite mm
0 à 32	0,2	0,53
33 à 50	0,2	1,2
51 à 125	0,5	1,5
126 à 250	1,5	2,5
251 à 400	3,0	4,0
401 à 690	4,0	6,9

Si les conditions diffèrent de celles spécifiées à la note 2, il est nécessaire de régler les lignes de fuite et les distances d'isolement conformément à l'IEC 60664-1.

NOTE 1 Les distances d'isolement et les lignes de fuite sont spécifiées conformément à l'IEC 60664-1.

NOTE 2 Les valeurs spécifiées sont applicables pour une utilisation typique des protecteurs thermiques suivant les conditions ci-dessous:

- a) contrainte continue de tension;
- b) altitude inférieure ou égale à 2 000 m;
- c) isolation principale;
- d) champ non homogène;
- e) catégorie de surtension II;
- f) degré de pollution 2;
- g) groupe de matériaux III.

9.8 Cycle de conditionnement en température et en humidité

9.8.1 Les protecteurs thermiques ne doivent pas être détériorés par l'humidité présente dans les conditions ambiantes pour lesquelles ils sont prévus.

9.8.2 Pour le cycle de conditionnement en température et en humidité, les échantillons de protecteur thermique doivent être soumis à trois cycles complets de conditionnement. Chaque cycle doit consister en 24 h à T_h suivi immédiatement (en l'espace de 15 min) par au moins 24 h à $(35 \pm 5)^\circ\text{C}$ et $(90 \pm 5)\%$ d'humidité relative, suivi par 8 h à $(0 \pm 2)^\circ\text{C}$.

9.8.3 *La conformité est vérifiée en soumettant les échantillons aux essais de rigidité diélectrique (voir 10.1) et de résistance d'isolement (voir 10.2) de la présente norme.*

NOTE 1 Pour un protecteur thermique avec un corps de coffret non conducteur, les essais de rigidité diélectrique et de résistance d'isolement sont effectués après avoir retiré les échantillons de la chambre de conditionnement.

NOTE 2 Pour un protecteur thermique avec un corps de coffret conducteur, l'essai de résistance d'isolement est effectué entre les bornes après avoir retiré les échantillons de la chambre de conditionnement.

9.9 Bornes et raccordements

Pour les exigences relatives aux ensembles de protecteurs thermiques, conditionnés voir l'Annexe H.

10 Exigences d'ordre électrique

10.1 Rigidité diélectrique

10.1.1 La rigidité diélectrique des protecteurs thermiques doit être suffisante, à la fois avant et après leur fonctionnement, et également après avoir subi les essais de 9.8.

Le cas échéant, l'essai est effectué entre:

- i) les parties conductrices et l'enveloppe (enroulée dans une feuille métallique) ou
- ii) les parties conductrices et les parties métalliques isolées exposées.

10.1.2 *La conformité est vérifiée en appliquant les tensions d'essai appropriées entre les circuits concernés, telles que spécifiées au Tableau 4, immédiatement après les essais de 9.8, le cas échéant, et après les essais de température de l'Article 11.*

Tableau 4 –Tensions d'essai pour la rigidité diélectrique

Entre	Tension d'essai
les parties conductrices et l'enveloppe (enroulée dans une feuille métallique, le cas échéant)	$2 U_r + 1\ 000\ \text{V}$
ou	
les parties conductrices et les parties métalliques isolées exposées.	$2 U_r + 1\ 000\ \text{V}$
Les bornes de contacts (entre les contacts ouverts)	$2 U_r$

10.1.3 Pour cet essai, il est exigé d'utiliser un transformateur dont la puissance est au moins de 100 VA.

10.1.4 L'isolant est soumis à une tension d'essai pratiquement sinusoïdale de fréquence comprise entre 45 Hz et 62 Hz.

10.1.5 Au début de l'essai, il est appliqué une tension ne dépassant pas la moitié de la tension requise. Puis la tension est augmentée à une vitesse d'accroissement d'environ 500 V/s jusqu'à la valeur requise.

10.1.6 Aussitôt après l'épreuve d'humidité, l'enveloppe doit être enroulée dans une feuille métallique et la tension d'essai doit être appliquée pendant 1 min entre les contacts ouverts, et entre les parties conductrices et la feuille métallique.

10.1.7 Les échantillons sont jugés conformes aux exigences s'il ne se produit aucun contournement ni claquage.

10.2 Résistance d'isolement

10.2.1 La résistance d'isolement des protecteurs thermiques doit être suffisante à la fois avant et après leur changement d'état de conductibilité, et également après avoir subi les essais appropriés de 9.8.

Le cas échéant, l'essai est effectué entre:

- i) les parties conductrices et l'enveloppe (enroulée dans une feuille métallique) ou
- ii) les parties conductrices et les parties métalliques isolées exposées.

10.2.2 *La conformité est vérifiée en mesurant la résistance d'isolement des protecteurs thermiques après l'essai de 9.8, avant et après leur fonctionnement dans l'essai de température de l'Article 11. La résistance d'isolement doit être mesurée avec une tension*

continue de $2 U_r$, appliquée entre les parties conductrices et l'enveloppe (enroulée le cas échéant dans une feuille métallique) ou entre les parties conductrices et les parties métalliques isolées exposées, et entre les bornes.

NOTE Une tension d'essai continue est utilisée afin d'éliminer les variations possibles dues aux courants capacitifs.

10.2.3 Les échantillons sont jugés conformes aux exigences si la résistance d'isolement mesurée entre les parties conductrices et l'enveloppe (enroulée le cas échéant dans une feuille métallique) ou entre les parties conductrices et les parties métalliques isolées exposées est supérieure ou égale à $2 M\Omega$, et entre les contacts ouverts, supérieure ou égale à $0,2 M\Omega$.

10.3 Courant de coupure

10.3.1 Généralités

Un protecteur thermique doit couper le courant d'essai applicable spécifié dans le Tableau 5 à 1,1 fois la tension assignée (U_r) dans les conditions spécifiées de 10.3.2.1 à 10.3.2.11.

NOTE Le principal objectif de cet essai est d'évaluer l'intégrité mécanique et électrique du protecteur thermique lors de la coupure d'une certaine charge.

10.3.2 Conditions spécifiques

10.3.2.1 Toute partie métallique non conductrice qui est une partie naturelle de l'ensemble thermique et qui peut être reliée électriquement à la partie exposée normalement connectée à la terre du produit final doit être reliée à la terre avec un coupe-circuit de 1 A à action rapide et à haut pouvoir de coupure (voir l'IEC 60127-2:2014, Feuille de norme 1).

Tableau 5 – Courant d'essai pour l'essai de coupure

Type de caractéristique assignée	Assigné en	Courant d'essai	Facteur de puissance
Résistif	Ampères en courant alternatif	1,5 fois le courant assigné	0,95 à 1,0
	Ampères en courant continu	1,5 fois le courant assigné	–
Inductif	Ampères en courant alternatif	1,5 fois le courant assigné	0,6
Moteur	Ampères en courant alternatif pour rotor bloqué	6 fois le courant à pleine charge ^a	0,4 à 0,5
	Ampères en courant continu	10 fois le courant assigné à pleine charge	–
Pilote de service	Voltampères en courant alternatif	b	0,35
Lampe électrique à décharge	Ampères en courant alternatif	4 fois le courant assigné	0,4 à 0,5
Spéciale	c	c	c

^a Ou la valeur spécifiée, telle le cheval-vapeur si le courant assigné du rotor bloqué est omis.

^b Voir 10.3.2.8.

^c Et selon la déclaration du constructeur (seulement en combinaison avec charge résistive / inductive)

10.3.2.2 Pour un protecteur thermique ayant un élément exposé, un écran métallique doit être installé à 12,7 mm des parties actives. L'écran doit être connecté au pôle opposé du circuit d'essai avec un coupe-circuit de 1 A à action rapide et à haut pouvoir de coupure (voir

l'IEC 60127-2:2014, Feuille de norme 1). La distance est mesurée entre l'écran et le point le plus proche de l'élément quand l'élément est en position ouverte.

10.3.2.3 En fonction de l'utilisation prévue du protecteur thermique, l'écran peut être installé à une distance autre que 12,7 mm si cela est accepté par le constructeur et l'utilisateur final.

10.3.2.4 Le circuit d'essai doit avoir une tension en circuit ouvert comprise entre 1,1 fois et 1,155 fois la tension assignée du protecteur thermique à soumettre à l'essai. Cette tolérance peut être dépassée si le constructeur l'autorise. La tension du circuit fermé du circuit d'essai quand il est traversé par le courant assigné ne doit pas varier de plus de 2,5 % de la tension assignée.

10.3.2.5 La tolérance du courant d'essai doit être comprise dans $\pm 2,5$ % du courant d'essai spécifié.

10.3.2.6 Si un protecteur thermique a la même caractéristique de courant assigné à plus d'une tension, un essai à la plus haute tension est estimé être représentatif des essais à des tensions inférieures.

10.3.2.7 Si un protecteur thermique a plus d'une caractéristique de tension assignée à l'intérieur d'un groupe spécifique de facteur de puissance, les essais doivent couvrir les conditions de valeurs maximales de tension, de puissance et de courant. Un essai peut couvrir deux de ces conditions.

10.3.2.8 Pour les protecteurs thermiques de caractéristique assignée pilote de service, la charge d'essai doit consister en un électro-aimant représentant la charge de la bobine magnétique que le protecteur thermique est destiné à commander. Le courant d'essai doit être le courant normal qui doit être déterminé à partir de la tension et de la puissance assignées du protecteur thermique. Pour un protecteur thermique en courant alternatif, le facteur de puissance doit être inférieur ou égal à 0,35 et la caractéristique de courant d'appel de la bobine doit être 10 fois le courant normal. L'essai doit être effectué avec l'induit fermé.

10.3.2.9 *La conformité est vérifiée par l'essai suivant.*

Les échantillons doivent être placés dans une étuve d'essai, stabilisée à une température de $T_f - 30$ K (ou inférieure, selon la déclaration du constructeur). Les protecteurs thermiques dans l'étuve d'essai doivent alors être alimentés et la température de l'étuve être augmentée à un taux de (2 ± 1) K/min et l'essai doit être poursuivi jusqu'à ce que le protecteur thermique fonctionne ou que la température de l'étuve atteigne 30 K au-dessus de T_f .

De plus les protecteurs thermiques doivent ouvrir le circuit d'essai quand la température est inférieure ou égale à T_f .

Le protecteur thermique peut fonctionner immédiatement après avoir été alimenté, auquel cas l'augmentation de température de $(2 + 1)$ K/min n'est pas nécessaire et l'essai peut être arrêté.

10.3.2.10 *La température de l'étuve peut être contrôlée par un thermocouple fixé à un protecteur thermique identique, mais ne fonctionnant pas, monté près des échantillons en essai.*

10.3.2.11 *Un protecteur thermique qui est assigné pour commander un moteur en courant alternatif est acceptable pour un pilote de service en courant alternatif sans autre essai de coupure de courant si pendant le premier essai de coupure de courant, le facteur de puissance était inférieur ou égal à 0,5, et si le courant d'appel du pilote de service à la même tension est inférieur ou égal à 67 % du courant assigné du rotor bloqué (LRA) du dispositif.*

10.3.2.12 Les conducteurs intégrés du protecteur thermique ne doivent pas être endommagés. Le coffret d'un élément enfermé doit rester intact. *Le coupe-circuit 1 A à action rapide et à haut pouvoir de coupure (voir l'IEC 60127-2:2014, Feuille de norme 1) spécifié en*

10.3.2.1 et 10.3.2.2 ne doit pas fonctionner (ouvrir). Un élément exposé ne doit pas avoir d'arc avec les parties métalliques adjacentes et le matériau ne doit pas être expulsé s'il peut compromettre le voisinage.

10.3.2.13 *Après ces essais, la résistance d'isolement doit satisfaire aux exigences de 10.2.*

10.4 Surcharge en courant pulsé

10.4.1 Les protecteurs thermiques doivent supporter des impulsions de courant répétées, considérées comme normales dans la plupart des applications.

10.4.2 *La conformité est vérifiée par l'essai suivant, réalisé dans des conditions normales précisées dans l'Article 5 (conditions ambiantes).*

10.4.3 *Des impulsions de courant continu, d'amplitude de $15 I_r$, d'une durée de 3 ms, séparées par des intervalles de 10 s, sont appliquées pendant 100 cycles successifs.*

10.4.4 *Après l'essai, il ne doit y avoir aucune interruption du passage du courant ni autre dommage, au sens de la présente Norme.*

10.5 Essai de court-circuit limité

10.5.1 Généralités

10.5.1.1 Quand cela est précisé par le constructeur, un protecteur thermique est soumis à l'essai selon 10.5.2 et 10.5.3.

10.5.1.2 Si l'essai de court-circuit limité est effectué sur le protecteur thermique lui-même avec des résultats acceptables, il n'est pas nécessaire de répéter l'essai pendant l'étude du produit final.

10.5.2 Méthode d'essai

10.5.2.1 *Trois échantillons de protecteur thermique doivent être soumis à un essai de court-circuit limité.*

10.5.2.2 *L'essai doit être effectué à une tension avec une tolérance de $\pm 5\%$ de la tension assignée U_r .*

10.5.2.3 *Le protecteur thermique doit être connecté en série à un fusible non rechargeable correctement choisi pour cette application selon 10.5.3. Le circuit doit limiter le courant à la valeur applicable spécifiée au Tableau 6, mesurée sans protecteur thermique dans le circuit.*

10.5.2.4 *Le facteur de puissance du circuit doit être de 0,9 à 1,0, à moins qu'un facteur de puissance inférieur soit accepté par le constructeur et l'utilisateur final.*

10.5.2.5 *Le protecteur thermique doit être connecté au circuit par deux fils de cuivre de 915 mm de long de section comme indiqué dans le Tableau 6 de l'IEC 60730-1:2013. Le coton doit envelopper le protecteur thermique, ou un écran métallique installé à 50 mm – ou moins si cela est accepté par le constructeur et l'utilisateur final – de toutes les parties du protecteur thermique pendant l'essai.*

Tableau 6 – Essai de limitation du courant de court-circuit

Caractéristiques assignées combinées du protecteur thermique					Pouvoir de court-circuit (ampères) ^a	
Voltampères, monophasé	Voltampères, triphasé	Voltampères, courant continu	Cheval-vapeur	kW	0 V à 250 V	251 V à 690 V
0 à 1 176	0 à 832	0 à 648	0 à 0,5	0 à 0 375	200	1 000
1 177 à 1 920	833 à 1 496	649 à 1 140	Au-dessus de 0,5 à 1	Au-dessus de 0 375 à 0 750	1 000	1 000
1 921 à 4 080	1 497 à 3 990	1 141 à 3 000	Au-dessus de 1 à 3	Au-dessus de 0 750 à 2 250	2 000	5 000
4 081 à 9 600	3 991 à 9 145	3 001 à 6 960	Au-dessus de 3 à 7,5	Au-dessus de 2 250 à 5 600	3 500	5 000
9 601 ou plus	9 146 ou plus	6 961 ou plus	Au-dessus de 7,5	Au-dessus de 5 600	5 000	5 000

^a Pour l'essai des ballasts des lampes fluorescentes, le pouvoir de l'essai de court-circuit limité doit être de 200 A.

10.5.2.6 Chaque protecteur thermique doit être soumis à un essai.

10.5.3 Courant assigné du fusible

Le courant assigné du fusible pour les essais de limitation du courant de court-circuit doit être:

- 20 A pour un protecteur thermique de tension assignée 0 V à 125 V et 15 A pour un protecteur thermique de tension assignée 126 V à 690 V, à moins qu'un fusible de taille supérieure soit rendu obligatoire par b) à f).
- 20 A pour un protecteur thermique destiné à être utilisé dans le ballast d'une lampe fluorescente. Le fusible doit avoir des caractéristiques de conception telles qu'il ne fonctionne pas en moins de 12 s quand il est traversé par un courant de 40 A.
- Pour un protecteur thermique de caractéristique assignée moteur, le fusible de la plus grande taille normalisée entre 300 % et 400 % du courant assigné à pleine charge pour un moteur non étanche et entre 175 % et 225 % du courant assigné à pleine charge pour un moteur à refroidissement étanche.
- Pour un protecteur thermique destiné à être utilisé dans des circuits moteur, le fusible de la plus grande taille normalisée basé sur la somme des caractéristiques assignées à pleine charge de toutes les charges sauf pour le moteur le plus grand, plus 300 % à 400 % du courant assigné à pleine charge pour le moteur le plus grand si le moteur est de type non étanche, ou plus 175 % à 225 % du courant assigné à pleine charge pour le moteur le plus grand, si le moteur est de type compresseur à refroidissement étanche.
- Pour un protecteur thermique destiné à être utilisé dans un matériel électrique de chauffage, basé sur 125 % des caractéristiques assignées de courant en ampères. Si la valeur de 125 % correspond à une valeur pour laquelle il n'y a pas de courant assigné de fusible normalisé, le courant assigné de la valeur immédiatement supérieure doit être utilisé.
- Pour un protecteur thermique ayant d'autres caractéristiques assignées, basé sur des caractéristiques de courant assigné en ampères, utiliser un fusible de courant assigné de valeur immédiatement supérieure.
- Si c'est acceptable selon les exigences du produit final, un fusible de courant assigné inférieur à celui spécifié de c) à f) peut être utilisé.

10.5.4 Conformité

Il ne doit pas y avoir d'inflammation du coton mentionné en 10.5.2 ou d'autres signes de risque de feu pendant l'essai ou de risque de choc électrique après l'essai.

11 Essais de température

11.1 Généralités

11.1.1 Les températures caractéristiques des protecteurs thermiques doivent être conformes aux valeurs et tolérances fixées par le constructeur ainsi qu'aux exigences de l'Article 11.

11.1.2 La température de fonctionnement T_f ne doit pas présenter de variations dues au vieillissement thermique.

11.1.3 *La conformité est vérifiée en soumettant les échantillons à l'un ou à plusieurs des essais suivants, dans l'ordre indiqué dans le Tableau 1.*

11.1.4 Le fonctionnement des protecteurs thermiques doit être signalé par des moyens appropriés, par exemple des diodes électroluminescentes avec des résistances en série limitant le courant de commande à 10 mA au maximum.

11.1.5 Le fonctionnement du protecteur thermique doit être vérifié après chaque étape d'essai.

11.1.6 Afin d'obtenir la précision exigée des plages de températures de fonctionnement, les températures d'essai indiquées doivent être mesurées avec une précision de ± 1 K de la température nominale jusqu'à 100 °C et de ± 1 % de la température nominale au-dessus de 100 °C.

11.1.7 De plus, des précautions doivent être prises pour que les différences de température, dans la partie de l'étuve où les échantillons sont soumis à l'essai, n'excèdent jamais:

- $\pm 0,5$ % de la température nominale supérieure à 200 °C et
- ± 1 K à la température nominale inférieure ou égale à 200 °C.

11.1.8 Par exemple, cela peut être réalisé en plaçant les échantillons à l'intérieur d'une boîte en aluminium à parois épaisses de telle sorte qu'ils ne soient pas en contact direct avec les parois internes de l'étuve.

11.2 Température de maintien, T_h

11.2.1 Les échantillons du groupe K (3 échantillons en série) sont connectés à un circuit de charge résistive qui est paramétré pour que le protecteur thermique soit traversé par le courant assigné. L'échantillon doit être maintenu à une température équivalente à la température de maintien (T_h) spécifiée par le constructeur. Le circuit est chargé pendant 24 h ou comme indiqué par le constructeur, selon la durée la plus longue.

11.2.2 *La conformité est déterminée en vérifiant la continuité du protecteur thermique à l'issue de l'essai. Le protecteur thermique ne doit pas changer son état de conductibilité.*

11.2.3 Pour les exigences relatives aux ensembles de protecteurs thermiques conditionnés, voir l'Annexe H.

11.3 Température assignée de fonctionnement, T_f

11.3.1 Pour les dispositifs dont la valeur assignée est inférieure à 250 °C, les protecteurs thermiques doivent être exposés dans l'étuve d'essai ou le bain d'huile à $T_f - 12$ K ou selon l'indication du constructeur, mais pas à plus de 2 K en dessous de la tolérance la plus faible. La température doit ensuite être stabilisée, cela étant démontré lorsque deux lectures consécutives, à 5 min d'intervalle, ont 1 K de différence.

11.3.2 Pour les dispositifs dont la valeur assignée est supérieure ou égale à 250 °C, les protecteurs thermiques doivent être exposés à $T_f - 22$ K ou selon l'indication du constructeur, mais pas à plus de 2 K en dessous de la tolérance la plus faible. La température doit ensuite être stabilisée, cela étant démontré lorsque deux lectures consécutives, à 5 min d'intervalle, ont 1 K de différence.

11.3.3 La température doit alors être augmentée de façon régulière à un taux compris entre 0,5 K/min et 1 K/min jusqu'à ce que tous les échantillons aient fonctionné.

11.3.4 Les températures individuelles de fonctionnement des protecteurs thermiques, de valeur assignée inférieure à 250 °C, doivent être enregistrées et ne doivent pas être inférieures aux valeurs déclarées par le constructeur, ou à $T_f - 10$ K en l'absence de déclaration du constructeur.

11.3.5 Pour les protecteurs thermiques de valeur assignée supérieure ou égale à 250 °C, la température enregistrée ne doit pas être inférieure à celle déclarée par le constructeur, ou à $T_f - 20$ K en l'absence de déclaration du constructeur.

11.3.6 Pour les protecteurs thermiques de valeur assignée inférieure à 250 °C ou supérieure à 250 °C, la température ne doit pas être supérieure à T_f .

NOTE Le matériel recommandé pour les essais de 11.3 est indiqué à l'Article C.6.

11.4 Température limite maximale, T_m

11.4.1 Les échantillons doivent être soumis à l'essai pour T_{m-5}^0 °C pendant une période de 10 min.

11.4.2 Avec les échantillons maintenus à T_{m-5}^0 °C, un essai de rigidité diélectrique selon 10.1 et un essai de résistance d'isolement selon 10.2 doivent être effectués.

11.4.3 Pour maîtriser les effets possibles d'inertie thermique des échantillons et de toutes les connexions utiles, ainsi que pour faciliter l'introduction des échantillons dans une chambre climatique appropriée, les échantillons peuvent être insérés dans une boîte à sable maintenue à T_m .

11.4.4 Les essais de T_f et de T_m peuvent être effectués sur des matériels séparés et les échantillons peuvent refroidir pendant le transfert de l'essai T_f à l'essai T_m .

11.4.5 Il ne doit se produire ni contournement, ni claquage, ni nouveau fonctionnement. À la fin de cet essai, tous les échantillons doivent avoir fonctionné.

11.5 Vieillessement

11.5.1 Afin de vérifier si le vieillissement à haute température a un effet de dégradation, les protecteurs thermiques doivent être soumis à la série de phases d'essai de 11.5.4.

11.5.2 La température doit être maintenue constante avec une tolérance de ± 1 K.

11.5.3 Les échantillons demeurant intacts à la fin de chaque phase doivent subir la phase suivante.

La conformité doit être jugée satisfaisante si tous les échantillons ont fonctionné après les deux premières phases.

11.5.4 Les phases d'essai sont les suivantes:

11.5.4.1 Phase 1: Si le constructeur le demande, les échantillons sont soumis à une température comprise entre $T_f - 15$ K et T_h pendant une période de trois semaines. En fin d'essai, 50 % des échantillons au moins ne doivent pas avoir fonctionné.

11.5.4.2 Les essais suivants sont obligatoires:

11.5.4.2.1 Phase 2: $T_f - 15$ K pendant trois semaines. En fin d'essai, 50 % au moins des échantillons ne doivent pas avoir fonctionné, à moins que les échantillons n'aient déjà subi la phase 1, auquel cas tous les échantillons peuvent avoir fonctionné.

11.5.4.2.2 Phase 3: $T_f - 10$ K pendant deux semaines.

11.5.4.2.3 Phase 4: $T_f - 5$ K pendant une semaine.

11.5.4.2.4 Phase 5: $T_f - 3$ K pendant une semaine.

11.5.4.2.5 Phase 6: $T_f + 3$ K pendant 24 h.

11.5.5 Les échantillons doivent alors être refroidis dans la chambre d'essai jusqu'à une température de moins de $T_f - 35$ K.

11.5.6 *Les essais sont considérés comme satisfaisants si tous les échantillons ont fonctionné.*

12 Protection contre la rouille

12.1 Les parties en fer ou en acier doivent être protégées contre la rouille par émaillage, galvanisation, plaquage, ou d'autres moyens équivalents.

12.2 La protection contre la rouille n'est pas exigée pour les parties en acier inoxydable.

12.3 Les protecteurs thermiques fournis avec un ou plusieurs éléments en métaux ferreux ne doivent pas être affectés par la rouille éventuelle sur ces éléments.

12.4 *La conformité est vérifiée en examinant les échantillons des Groupes A, B et C après l'essai du cycle de conditionnement en température et en humidité de 9.18. Les échantillons sont séchés à l'air à une température appropriée et les éléments en métaux ferreux ne doivent présenter aucune trace de rouille pouvant compromettre le bon fonctionnement du protecteur thermique, au sens de la présente Norme.*

13 Programme de validation du constructeur

13.1 Le constructeur doit effectuer des examens réguliers de contrôle de la production et les essais de validation du bon fonctionnement selon 13.2 et 13.3.

13.2 Le constructeur doit soumettre à l'essai trois échantillons, pour toutes les valeurs assignées de température des protecteurs thermiques, une fois tous les deux ans pour 10.3 (Courant de coupure), 11.3 (Température assignée de fonctionnement) et 11.4 (Température limite maximale) puis effectuer les essais de 10.1 (Rigidité diélectrique) et 10.2 (Résistance d'isolement). Les essais de préconditionnement décrits en 9.2 (Essais de fixation des conducteurs) peuvent ne pas être effectués.

13.3 Les essais de 10.3 doivent être effectués sur

a) la valeur la plus élevée de tension assignée,

- b) la valeur la plus élevée de courant assigné,
- c) à la fois a) et b).

avec le courant alternatif et/ou le courant continu dans le cas d'une charge résistive ou de moteur, ou avec le courant alternatif dans le cas d'une charge inductive, de pilote de service, ou de lampe électrique à décharge; et

- d) la condition de courant et de circuit déclarée par le constructeur en cas de charge spéciale.

La non-conformité à l'un des essais doit être suivie d'un nouvel examen et de la répétition de l'essai selon l'Article 5.

Annexe A (normative)

Guide d'application

A.1 Les instructions de montage données par le constructeur du protecteur thermique doivent être suivies, tout particulièrement dans le cas où les protecteurs thermiques sont munis d'un revêtement de protection ou utilisés dans des enroulements imprégnés.

A.2 Les protecteurs thermiques doivent être choisis de telle sorte que toutes les exigences électriques principales, en ce qui concerne la résistance d'isolement, la rigidité diélectrique, les lignes de fuite dans l'air et les distances d'isolement soient respectées dans les conditions de fonctionnement normal et de défaut spécifiées dans la norme correspondant au matériel concerné. Par exemple, pour les dispositifs audio, vidéo et électroniques similaires, voir l'IEC 60065.

A.3 Les protecteurs thermiques doivent être choisis de telle manière qu'une fois montés, leurs isolations thermiques et électriques ne doivent pas être détériorées par des effets d'échauffement survenant lors de conditions de défaut dans l'équipement.

A.4 Si les protecteurs thermiques sont utilisés sous forme de lames ou de fils de fusion, des dispositifs doivent être prévus afin que l'affaissement de l'élément ou que des projections éventuelles de métal en fusion ne puissent produire d'effets dangereux.

A.5 Si de tels fils de fusion sont attachés ou serrés par des vis, des rivets ou des bornes, il doit être vérifié que des effets de fluage ne causent pas de contacts électriques inacceptables.

NOTE Pour le matériel tenu à la main ou mobile, cette disposition s'applique indépendamment de la position du matériel.

A.6 Les connexions électriques doivent fonctionner tel que prévu pour toute la plage des valeurs de températures auxquelles elles peuvent être exposées dans le matériel.

A.7 Les connexions et les bornes ne doivent pas se desserrer facilement à la suite de vibrations, de chocs, de cycles thermiques et autres contraintes.

A.8 La rigidité mécanique des connexions soudées éventuelles ne doit pas reposer uniquement sur l'alliage de soudure, mais doit aussi l'être sur la fixation mécanique, par exemple un fil replié introduit dans le trou d'une borne.

A.9 La résistance et la rigidité mécaniques des accessoires utilisés dans le montage du protecteur thermique doivent être suffisantes. Les supports, les mâchoires ou les vis utilisés pour le montage du protecteur thermique dans son emplacement doivent supporter les efforts de poussée et de traction, les couples, les vibrations et les variations cycliques de température prévus dans les conditions normales de fonctionnement du matériel.

A.10 Le protecteur thermique monté doit être suffisamment protégé contre les effets néfastes dus au ruissellement possible de liquides provenant du matériel, par exemple au moyen de couvercles.

A.11 Afin d'éviter tout dommage possible du protecteur thermique, il convient de consulter le constructeur quand le but de l'application implique un scellement ou l'usage de solvants pour le nettoyage.

Annexe B (normative)

Variante d'essai de vieillissement pour les protecteurs thermiques avec T_h supérieure à 250 °C pour utilisation dans les fers électriques

B.1 Les protecteurs thermiques destinés à protéger les fers à repasser électriques où la température de maintien normale est de 250 °C ou plus et qui, en cas de défaut, augmente rapidement jusqu'à une température de fonctionnement de 300 °C ou plus ne sont pas prévus pour subir l'essai de vieillissement habituel décrit en 11.5.

B.2 La variante de l'essai de vieillissement est effectuée selon la déclaration du constructeur.

B.3 De plus, la tolérance de T_f en 11.3 peut être de –20 K au lieu de –10 K.

B.4 Cependant, toutes les autres exigences de la présente Norme doivent être respectées pour la conformité à la présente Norme.

Annexe C (normative)

Essai de vieillissement après exposition à une chaleur conductrice

NOTE Aux États-Unis, l'Annexe C doit être spécifiée. Pour tous les autres pays, l'Annexe C est applicable lorsque le constructeur le précise.

C.1 Essai de vieillissement après exposition à une chaleur conductrice

L'essai suivant de vieillissement après exposition à une chaleur conductrice doit être effectué sur des protecteurs thermiques dont la température assignée de fonctionnement (T_f) est égale ou supérieure à 175 °C. Cet essai est facultatif pour des protecteurs thermiques dont la température assignée de fonctionnement (T_f) est inférieure à 175 °C.

L'essai de vieillissement après exposition à la chaleur conductrice peut ne pas être effectué si le protecteur thermique est de type eutectique et est fabriqué sans contacts.

C.2 Méthode

C.2.1 Généralités

Trente échantillons doivent être soumis à l'essai. Chacun des trois groupes, constitué de dix échantillons de protecteurs thermiques, doit être fixé à un ensemble fixe d'essai et placé dans une étuve d'essai à air statique chauffée électriquement, fabriquée selon C.6 puis soumis à l'essai décrit de C.2.2 à C.4. Le couvercle de l'étuve d'essai représenté à la Figure C.2 doit être remplacé par l'ensemble fixe d'essai tel que représenté à la Figure C.1. La boîte d'essai en aluminium et la grille en céramique de l'étuve, représentées à la Figure C.2, doivent être retirées de l'étuve d'essai.

C.2.2 Ensemble fixe d'essai typique

Un ensemble fixe d'essai typique tel que représenté à la Figure C.1 consiste en une plaque carrée en aluminium, de 229 mm × 229 mm et de 6,4 mm d'épaisseur, sur laquelle dix attaches thermiques de sécurité sont montées sur le périmètre extérieur de la plaque et servent à fixer le protecteur thermique sur la plaque. Un isolateur électrique, consistant en deux couches d'un film polyamide de 0,075 mm d'épaisseur, et d'une épaisseur totale nominale de 0,15 mm, doit être placé autour de chaque protecteur thermique pour isoler électriquement le protecteur thermique de la plaque en aluminium. Les conducteurs de chaque protecteur thermique adjacent doivent être soudés ensemble pour former un circuit en série. La taille du fil, son type ou la méthode de raccordement, choisis pour connecter le protecteur thermique à la charge électrique ne doivent pas affecter de manière significative la température du protecteur thermique auquel la charge est connectée. L'ensemble fixe d'essai peut être modifié de façon que les 30 échantillons d'essai puissent être soumis à l'essai sur un ensemble fixe d'essai. Plusieurs ensembles fixes d'essai peuvent être utilisés avec des échantillons divisés en plusieurs groupes.

C.2.3 Réglage de la température

L'ensemble fixe d'essai doit être placé dans l'étuve d'essai du protecteur thermique, de même que le couvercle, avec les protecteurs thermiques sur la surface extérieure de la plaque en aluminium. L'étuve d'essai doit avoir des valeurs assignées de 10 A, 120 V ou 230 V en courant alternatif.

C.2.4 Comportement en température

La température de la plaque en aluminium et des protecteurs thermiques doit être contrôlée tant que l'étuve d'essai reste sur "on". Pendant cette durée, les protecteurs thermiques

doivent aussi être chauffés comme si un courant de charge de 10 A à 120 V en courant alternatif était amené de l'élément chauffant de l'étuve d'essai connectée en série avec les protecteurs thermiques.

Exception: Si le protecteur thermique a une valeur assignée inférieure à 10 A, un circuit séparé avec une charge extérieure établie pour le courant assigné du protecteur thermique doit être connecté au protecteur thermique. Le cycle de courant de charge doit être effectué simultanément avec l'élément chauffant de l'étuve d'essai. Chaque fois qu'un protecteur thermique fonctionne, l'élément chauffant doit rester à l'état non alimenté jusqu'à ce que le protecteur thermique ayant fonctionné soit retiré et que le circuit d'essai du protecteur thermique soit shunté.

C.2.5 Contrôle de température

La température de chaque protecteur thermique doit être contrôlée par un thermocouple soudé au côté le plus élevé du corps du protecteur thermique. Le protecteur thermique ayant la température la plus élevée doit être utilisé pour commander la durée de la période "on" de l'étuve. La vérification de la stabilité de la température du corps du protecteur thermique doit être effectuée 24 h après le début de l'essai. À ce moment, la température de huit sur dix (80 %) des protecteurs thermiques doit être de 12 K en dessous de la température la plus haute enregistrée.

C.3 Vieillessement

C.3.1 Généralités

Les protecteurs thermiques doivent être vieillis pendant huit semaines et un jour ou jusqu'à ce qu'ils fonctionnent, selon les phases suivantes:

Phase A 336 h (2 semaines) à 35 K au-dessous de T_f ;

Phase B 336 h (2 semaines) à 25 K au-dessous de T_f ;

Phase C 168 h (1 semaine) à 20 K au-dessous de T_f ;

Phase D 168 h (1 semaine) à 15 K au-dessous de T_f ;

Phase E 168 h (1 semaine) à 10 K au-dessous de T_f ;

Phase F 168 h (1 semaine) à 5 K au-dessous de T_f ;

Phase G 24 h (1 jour) à $T_f + 5$ K. Les 30 protecteurs thermiques doivent être soumis à cette phase.

T_f est la température assignée de fonctionnement des protecteurs thermiques. Pour chaque phase, une tolérance de ${}^0_{-6}$ K doit être admise pour commander les périodes "on" et "off" de l'étuve d'essai.

Le temps de charge de courant "on" du dispositif soumis à l'essai doit être au moins de 5 s, mais inférieur à 10 s selon les recommandations du constructeur. Ces valeurs peuvent être dépassées pendant les périodes de montée si la température de vieillissement exigée de la phase impliquée (Phase A à Phase G autorisant une tolérance de ${}^0_{-6}$ K) n'a pas encore été atteinte par le protecteur thermique ayant la plus haute température et qui a été utilisé pour commander la durée de la période "on" de l'étuve. Le protecteur thermique peut être alimenté ou non pendant la période de montée.

C.3.2 Fonction de refroidissement

Deux fois par semaine, l'étuve d'essai doit être désactivée et l'ensemble fixe d'essai autorisé à se refroidir à la température ambiante. La durée du refroidissement doit être de 12 h le troisième jour et le cinquième jour de chaque semaine. Le temps total de vieillissement de

chaque phase ne doit pas comprendre la durée du refroidissement ou le temps pendant lequel l'étuve d'essai est à l'arrêt quand le protecteur thermique fonctionne.

C.3.3 Déclenchement prématuré

Si un protecteur thermique fonctionne avant de terminer la durée complète du vieillissement, le protecteur thermique doit être shunté pour assurer la continuité du circuit en série. Pendant le procédé de raccordement, les protecteurs thermiques restants ne doivent pas être perturbés. Des fils conducteurs complémentaires de type et de taille appropriés doivent être utilisés.

C.4 Résultats

À la fin de l'essai, chaque protecteur thermique doit fonctionner tel que prévu, doit être électriquement ouvert, et il ne doit pas y avoir de coupure diélectrique après l'essai spécifié à l'Article C.5.

C.5 Essai de rigidité diélectrique

En référence à l'Article C.4, suivant l'essai, chaque protecteur thermique doit être soumis à l'essai de rigidité diélectrique de 10.1, appliqué entre les conducteurs ou les bornes du protecteur thermique ouvert après que les échantillons d'essai ont été ramenés à la température ambiante.

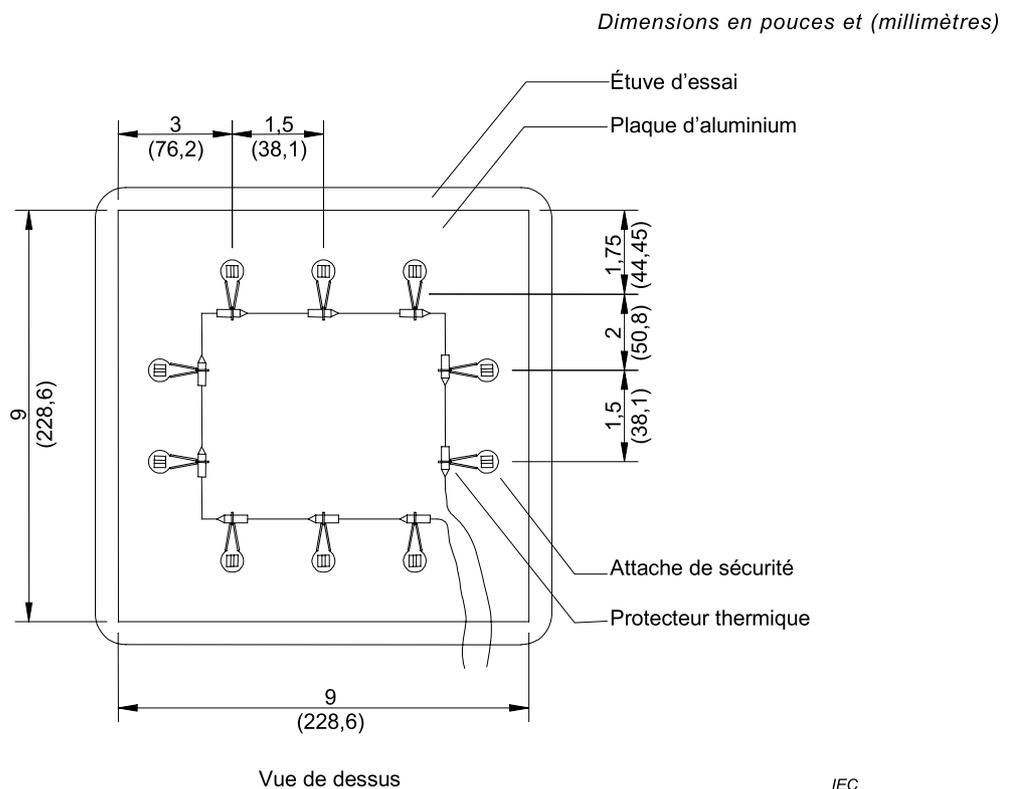


Figure C.1 – Ensemble fixe d'essai typique

C.6 Étuve d'essai

L'appareil d'essai doit consister en une étuve à air statique chauffée électriquement. Un exemple typique de cette étuve est représenté à la Figure C.2. L'étuve doit être située dans

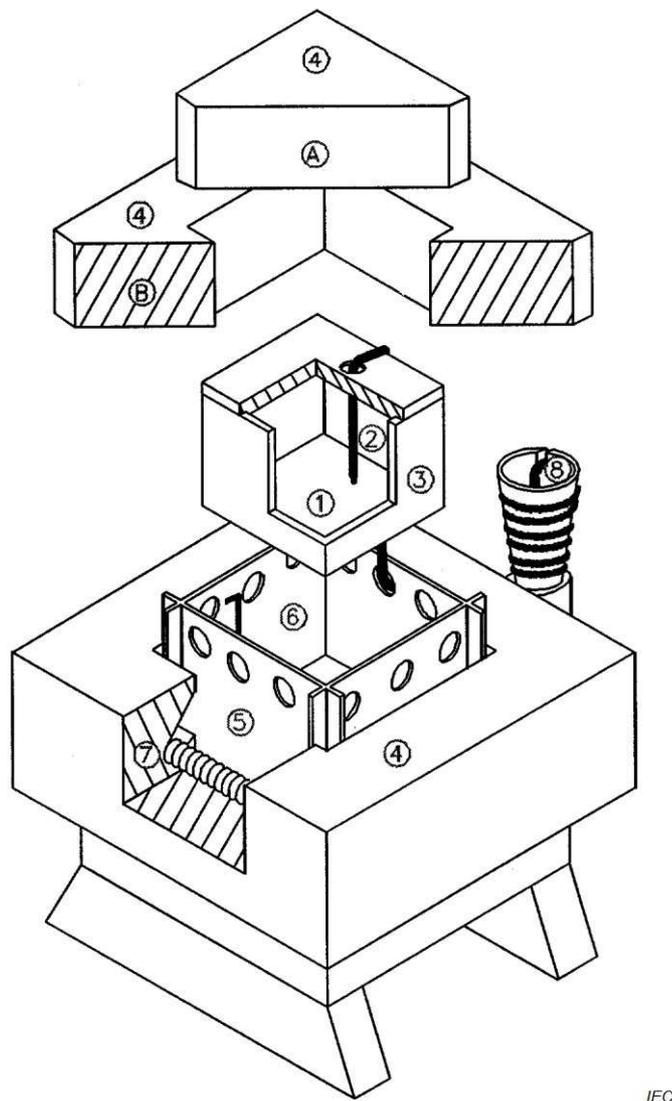
une pièce sans tirage et la température ambiante doit être maintenue raisonnablement constante pendant l'essai.

L'étuve décrite à la Figure C.2 a un noyau double consistant en une grille d'étuve non métallique et une boîte d'essai en métal.

Les surfaces internes de l'étuve décrite à la Figure C.2 consistent en briques réfractaires ou en une surface de même type qui protège contre la chaleur radiante ou réduit les pertes de chaleur. Les soudures et les jonctions doivent être étanches.

La boîte intérieure métallique de l'étuve décrite à la Figure C.2 a des parois de 6,4 mm d'épaisseur. La boîte d'essai doit reposer sur un bloc inorganique et doit être protégée contre la chaleur radiante. Les températures autour du protecteur thermique doivent être contrôlées par des thermocouples situés à l'intérieur de la boîte métallique d'essai.

Le système de régulation de la température de l'étuve doit être tel que la température de l'air dans le lieu d'essai est maintenue avec une tolérance de 0,5 K.



IEC

Légende

- 1 chambre de l'échantillon d'essai
- 2 thermocouples de contrôle et d'enregistrement de la température
- 3 section de boîte d'essai en aluminium, supportée par quatre plots en céramique
- 4 brique réfractaire à basse densité de l'étuve
- 5 section de grille en céramique de l'étuve
- 6 thermocouple de contrôle de la température inséré au fond de l'étuve entre la boîte d'essai et la grille de l'étuve
- 7 bobine de chauffage encastrée dans la face intérieure de l'étuve
- 8 élément chauffant en série avec le radiateur de l'étuve utilisé comme résistance ballast
- A couvercle de l'étuve: 16 cm × 29 cm × 29 cm
- B 6,35 cm × 22,85 cm × 22,85 cm avec un trou de 8,25 cm × 8,25 cm

Figure C.2 – Étuve typique d'essai de protecteur thermique

Annexe D (informative)

Évaluation de la tenue de température étendue

NOTE L'Annexe D est applicable lorsque le constructeur le précise.

D.1 Essai de conditionnement de la tenue de température étendue

D.1.1 Vingt-cinq dispositifs doivent être placés dans une étuve à air statique chauffée électriquement pendant une durée de 100 semaines tandis que le courant de charge assigné est maintenu à la tension assignée. L'étuve d'essai doit être construite selon l'Article C.6 et la Figure C.2 à l'exception des variations des dimensions hors tout et de l'insertion d'un support de bornes de raccordement d'essai fixes pour assujettir les protecteurs thermiques. Un exemple typique de dispositif d'essai de support de bornes de raccordement est représenté à la Figure D.1.

D.1.2 Chaque protecteur thermique doit être connecté en série aux bornes du dispositif d'essai représenté à la Figure D.1. La cavité interne de l'étuve d'essai doit être chauffée de façon telle que la température de chaque échantillon doit être maintenue à la valeur assignée T_{h-100} . Un thermocouple doit être relié à chaque protecteur thermique pour contrôler la température du corps.

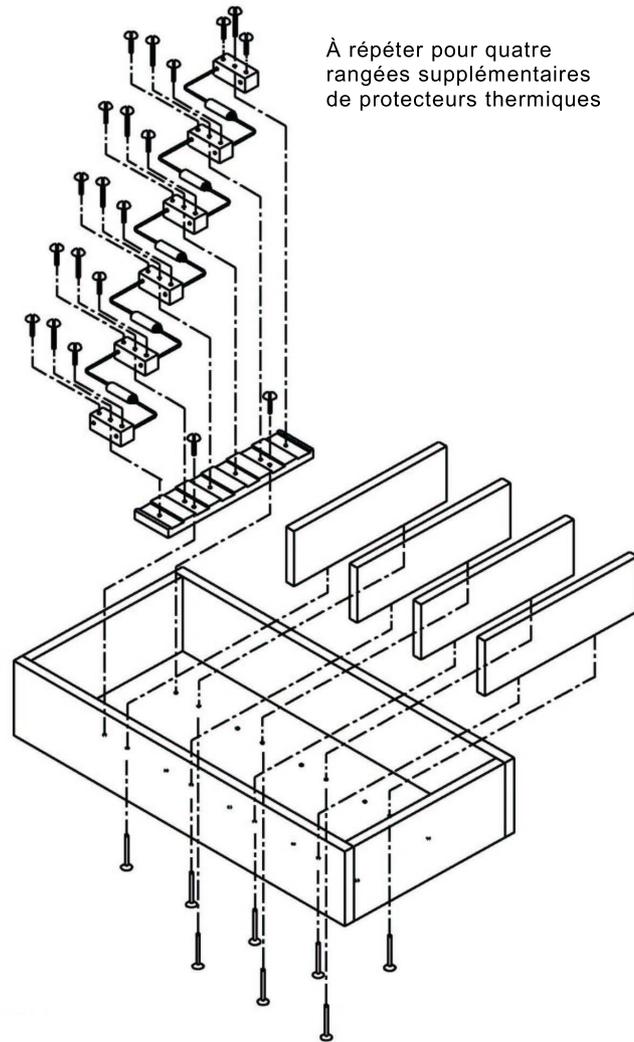
D.1.3 La tolérance de température maintenue pour les échantillons doit être de ${}^0_{-10}$ K pour chacun des 25 échantillons pendant les deux premières semaines de conditionnement et de ± 10 % de la valeur T_{h-100} (déclarée en °C) pour au moins 20 des 25 échantillons pendant le reste du temps d'essai.

D.1.4 Tous les échantillons qui ne dépassent pas + 10 % de la valeur assignée de T_{h-100} ne doivent pas fonctionner à la fin du conditionnement. Après la période de conditionnement, tous les échantillons sauf deux doivent être soumis à l'essai de coupure de courant de charge de l'Article D.2. Les deux échantillons restants doivent être soumis à l'essai de température assignée de fonctionnement selon 11.3.

D.2 Essai de coupure de courant de charge

D.2.1 Les échantillons doivent être placés dans une étuve d'essai qui a été stabilisée à 10 K en dessous de la température assignée de fonctionnement (T_f) de l'échantillon. Chaque protecteur thermique est alors alimenté et la température de l'étuve doit être augmentée au taux de (2 ± 1) K/min et l'essai doit être poursuivi jusqu'à ce que le protecteur thermique fonctionne ou que la température de l'étuve atteigne 30 K au-dessus de T_f .

D.2.2 Chaque protecteur thermique doit couper le courant de charge spécifié à la tension spécifiée. Il ne doit pas y avoir de dommage aux conducteurs intégrés du protecteur thermique. L'ensemble interne de chaque échantillon doit être examiné visuellement après l'essai de coupure. Il ne doit pas y avoir de soudure ou de brûlure ou de piqûre indue des contacts ou du mécanisme de fonctionnement.



IEC

Utiliser du fil de cuivre de 3,3 mm² pour aller d'une rangée à l'autre des protecteurs thermiques à l'intérieur et à l'extérieur de la boîte à travers les trous du couvercle.

Fixer les conducteurs du thermocouple au corps du protecteur thermique. Sortir la boîte à travers le trou le plus proche du couvercle.

Figure D.1 – Exemple typique de dispositif d'essai de support de bornes de raccordement

Annexe E (normative)

Essai de vieillissement des joints

NOTE Aux États-Unis, l'Annexe E est exigée, le cas échéant. Pour tous les autres pays, l'Annexe E est applicable lorsque le constructeur le précise.

E.1 Cet essai s'applique aux joints et aux composés d'enrobage. Après le conditionnement spécifié ci-dessous, les échantillons doivent être soumis à l'essai pour déterminer les valeurs critiques des propriétés électriques et mécaniques. La valeur moyenne pour chaque propriété des échantillons conditionnés doit être au moins 50 % de la valeur moyenne déterminée sur des échantillons non conditionnés.

Les joints et les composés d'enrobage n'ont pas besoin d'être soumis à l'essai s'ils sont conformes à la norme UL correspondante.

E.2 Pour chaque propriété à évaluer, dix échantillons doivent être conditionnés pendant 1 000 h à la température de l'étuve déterminée à partir des courbes d'endurance thermique respectives représentées à la Figure E.1. L'indice de température est égal à la température normale de fonctionnement mesurée ou T_h , mais non inférieur à 60 °C. Les échantillons sont alors ramenés à la température ambiante.

Sur les mêmes courbes d'endurance thermique de la Figure E.1, un temps plus court ou plus long à une température de l'étuve respectivement plus élevée ou plus basse peut être utilisé si cela est convenu par le constructeur et l'utilisateur final, mais une durée d'au moins 300 h doit être respectée.

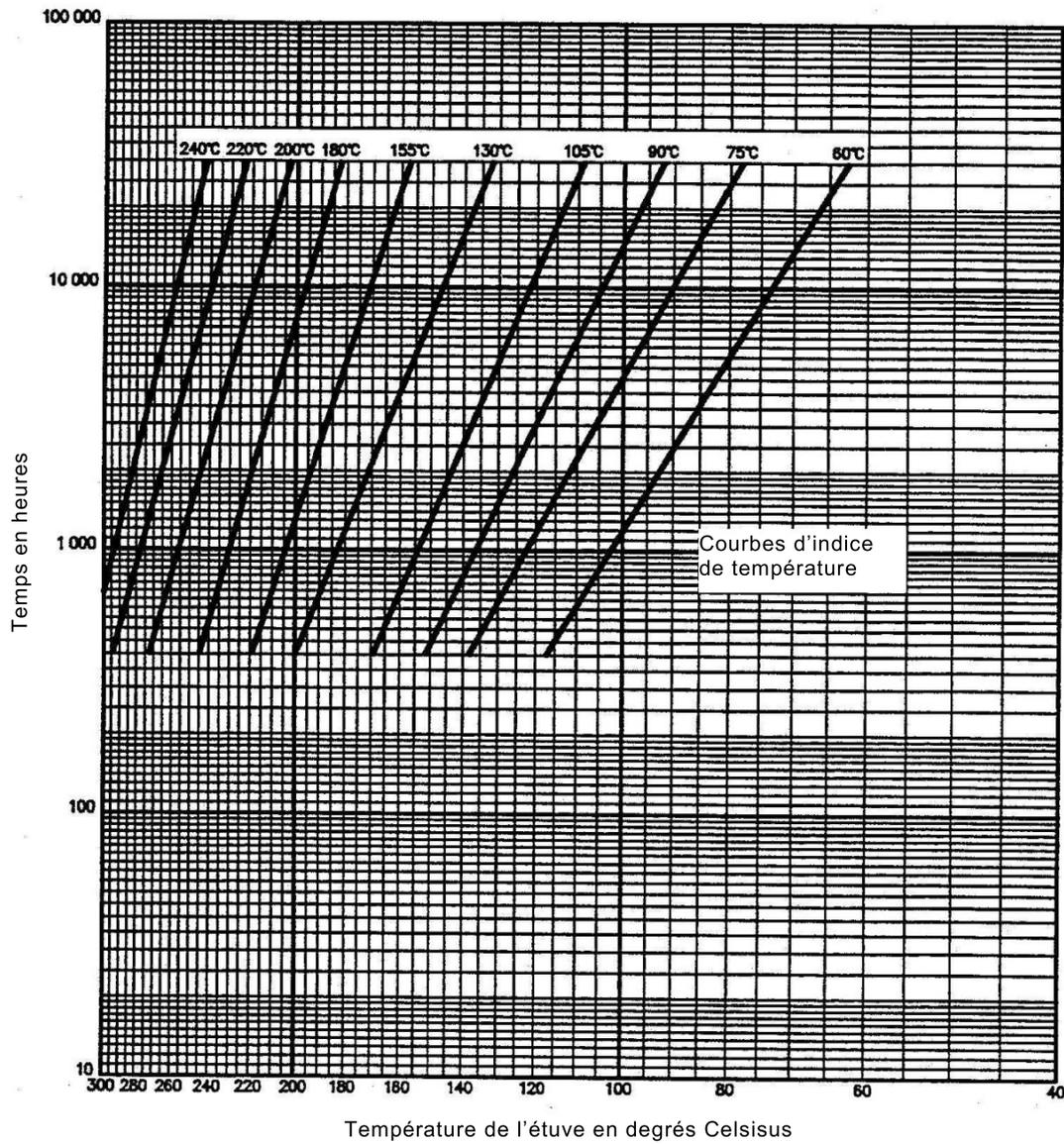


Figure E.1 – Temps de conditionnement en fonction de la température de l'étuve pour l'indice de température proposé

IEC

Annexe F (normative)

Exigences d'identification

NOTE Aux États-Unis, l'Annexe F doit être spécifiée. Pour tous les autres pays, l'Annexe F est applicable lorsque le constructeur le précise.

F.1 La procédure décrite ci-dessous doit être exécutée sur un certain nombre d'échantillons de protecteurs thermiques utilisant des éléments de type eutectique aux fins d'identification.

F.2 L'activité thermique des alliages de protecteurs thermiques, déterminée en utilisant un appareil d'analyse thermique équipé d'un calorimètre à balayage différentiel, doit être comparée à un matériau de référence qui est thermiquement inerte sur la plage de valeurs de températures assignées du matériau. La température de l'échantillon et du matériau de référence doit être élevée à un taux prédéterminé et le différentiel thermique entre les deux matériaux doit être enregistré graphiquement sur l'axe des ordonnées en fonction de l'augmentation de température sur l'axe des abscisses. Ce graphique doit inclure la plage de valeurs de températures thermiques actives, qui est le point de fusion endothermique du matériau de l'échantillon. Ce point est représenté par un pic sur la courbe descendante du graphique.

F.3 L'essai d'identification doit être effectué sur des protecteurs thermiques utilisant des éléments de matériau organique. Un spectre infrarouge doit être obtenu sur le matériau en utilisant un spectrophotomètre infrarouge. Les méthodes d'échantillonnage et les réglages des instruments utilisés pour obtenir le spectre doivent être enregistrés.

F.4 Afin de contrôler le scellement des protecteurs thermiques, 25 échantillons doivent être plongés au-dessous de 25,4 mm de la surface d'un bain d'huile minérale chaude maintenu à 125 °C pendant 1 min. Il ne doit pas y avoir d'échappement de bulles d'air, indiquant que le protecteur thermique est scellé. Cette procédure doit être exécutée sur des protecteurs thermiques identifiés comme scellés.

Annexe G (normative)

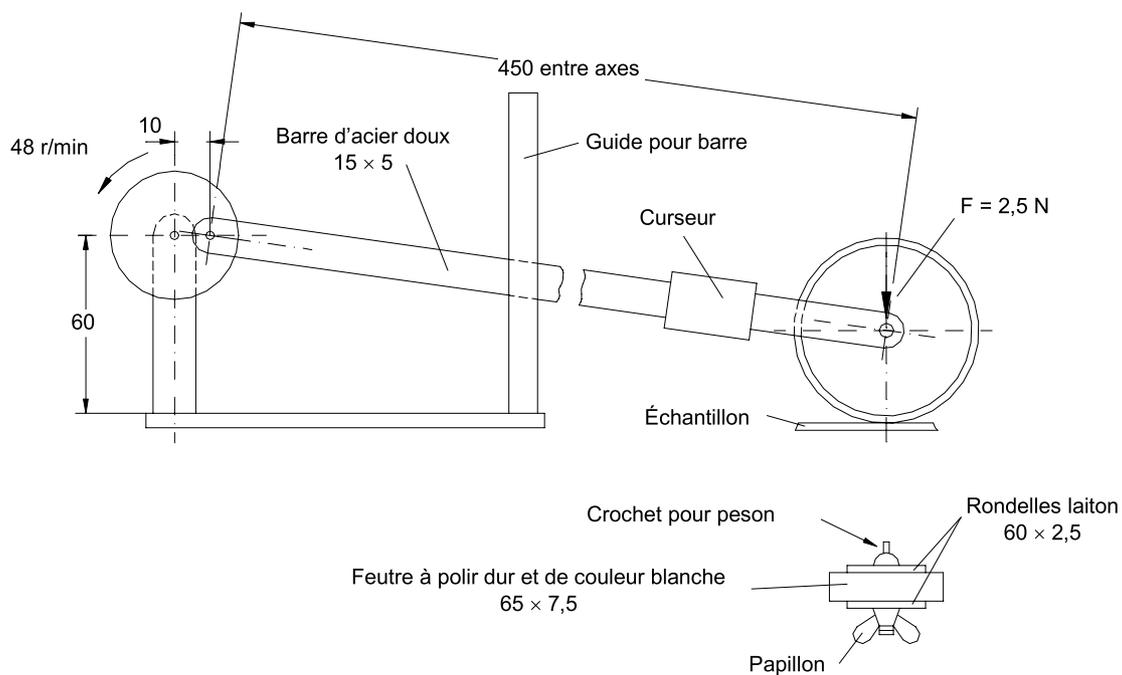
Indélébilité des marquages ¹

La conformité aux exigences de l'essai d'indélébilité du marquage de l'Article 7 doit être vérifiée avec l'appareil présenté en Figure G.1.

La partie principale de cet appareil est un disque de feutre à polir de qualité dure et de couleur blanche dont le diamètre est de 65 mm et l'épaisseur de 7,5 mm. Ce disque est immobilisé en rotation et frotte sur la surface à soumettre à l'essai avec une force mesurable de 2,5 N, sur une course aller-retour de 20 mm. L'essai normalisé doit consister en 12 allers et retours (c'est-à-dire 12 tours de l'excentrique) et doit durer environ 15 s.

Pendant l'essai, la surface portante du disque de feutre est recouverte d'une couche de tissu ouaté absorbant blanc, trempé dans de l'eau, côté pelucheux à l'extérieur.

Dimensions en millimètres



IEC

Figure G.1 – Appareil pour l'essai d'indélébilité des marquages

¹ La Figure G.1 et sa description ont été reprises de la Figure 8 et des deuxième et troisième alinéas de A.1.4 de l'IEC 60730-1:2013, avec de légères modifications.

Annexe H (normative)

Exigences relatives aux ensembles conditionnés de protecteurs thermiques

NOTE L'Annexe H complète ou modifie les articles correspondants de la présente Norme.

H.3 Termes et définitions

Addition

H.3.101

conditionnement de protecteur thermique

protecteur thermique conditionné dans un boîtier métallique ou non métallique qui peut être fourni avec des conducteurs ou des languettes, de l'époxy ou autre ajout

H.4 Exigences générales

Paragraphe complémentaire

H.4.101 Un protecteur thermique utilisé dans un ensemble conditionné doit être évalué séparément selon les exigences de la présente Annexe H.

Pour chaque essai applicable de H.9.9 et H.11.2, trois nouveaux échantillons d'ensembles conditionnés de protecteurs thermiques doivent être soumis à l'essai.

H.5 Conditions générales d'essais

Paragraphe complémentaire

H.5.6.2.101 En plus des essais de la présente Annexe, les échantillons d'un ensemble conditionné de protecteurs thermiques doivent être soumis à la séquence d'essai des groupes F et G.

H.9 Exigences de construction

Paragraphes complémentaires

H.9.5 Matériaux isolants

H.9.5.101 Les matériaux polymères utilisés dans le boîtier de l'ensemble conditionné de protecteurs thermiques doivent présenter les caractéristiques assignées suivantes, ou être soumis à l'essai, pour l'épaisseur spécifiée conformément aux normes applicables:

- a) caractéristique assignée d'inflammabilité de V-0 ou V-1 conformément à l'IEC 60695-11-10;
- b) indice d'inflammabilité au fil incandescent (GWFI – Glow-wire Flammability Index) de 850 °C conformément à l'IEC 60695-2-12 ou
- c) essai d'allumage au fil incandescent (GWIT – Glow-wire Ignition test) de 850 °C conformément à l'IEC 60695-2-13;

- d) valeur de l'indice d'endurance thermique relatif (RTE – Relative Thermal Endurance Index) supérieure ou égale à la valeur d'utilisation maximale ou de la température de maintien (T_h) conformément à l'IEC 60216-5;
- e) indice de tenue au cheminement minimum de 175 V conformément à l'IEC 60112;
- f) essai à la bille à une température de 20 K au-dessus de la valeur d'utilisation maximale ou de la température de maintien (T_h) conformément à l'IEC 60695-10-2.

H.9.5.102 Les composés d'enrobage ou l'époxy doivent être adaptés à la température d'application et doivent être identifiés selon l'Annexe F, le cas échéant.

H.9.5.103 Si la valeur d'utilisation maximale ou la température de maintien de l'ensemble conditionné de protecteurs thermiques est inférieure à la température assignée du composé d'enrobage ou de l'époxy, selon la valeur la plus faible, alors le matériau est acceptable pour l'application.

H.9.5.104 Si la valeur d'utilisation maximale ou la température de maintien de l'ensemble conditionné de protecteurs thermiques est supérieure à la température assignée du composé d'enrobage ou de l'époxy, selon la valeur la plus élevée, alors le matériau doit être soumis à l'essai de vieillissement des joints de l'Annexe E, le cas échéant.

H.9.9 Bornes et raccordements

Paragraphes complémentaires

H.9.9.101 Les languettes faisant partie de l'ensemble conditionné de protecteurs thermiques doivent présenter la rigidité appropriée pour permettre l'insertion et le retrait des réceptacles sans endommager l'ensemble conditionné de protecteurs thermiques au point que la conformité à la présente Norme n'est plus satisfaite.

H.9.9.102 *La conformité est vérifiée en appliquant, sans secousse, les efforts axiaux de valeurs égales à celles présentées au Tableau H.1. L'ensemble ne doit pas connaître de déplacement significatif des languettes ni de dommage. Il ne doit y avoir aucun signe de contournement ni de claquage lorsque le produit est soumis à l'essai de rigidité diélectrique de 10.1 entre la partie active et l'enveloppe.*

Tableau H.1 – Effort de poussée et de traction

Taille de languette (voir IEC 61210) (mm)	Poussée ^a (N)	Traction ^a (N)
2,8	50	40
4,8	60	50
6,3	80	70
9,5	100	100

^a Les valeurs du tableau ci-dessus sont les valeurs maximales autorisées pour l'insertion et le retrait d'un réceptacle d'une languette.

H.9.9.103 Les languettes faisant partie de l'ensemble conditionné de protecteurs thermiques doivent être correctement espacées pour permettre la connexion entre les réceptacles appropriés.

H.9.9.104 *La conformité est vérifiée en appliquant un réceptacle approprié à chaque languette. Pendant cette application, aucune pression ni distorsion ne doit être exercée sur l'une des languettes ni sur leurs parties adjacentes, et les lignes de fuite et les distances d'isolement ne doivent pas être réduites à des valeurs inférieures à celles spécifiées dans le Tableau 3.*

H.9.9.105 Les conducteurs à fils faisant partie de l'ensemble conditionné de protecteurs thermiques doivent être dimensionnés selon le Tableau H.2 et être fixés par un moyen mécanique, de façon à ne pas transmettre d'effort axial aux connexions.

Tableau H.2 – Section nominale minimale du conducteur

Courant transmis par les conducteurs à fils, A	Section nominale ^a minimale du conducteur, mm ²
Jusqu'à 3 inclus	^b
De 3 à 6 inclus	0,75
De 6 à 10 inclus	1
De 10 à 16 inclus	1,5
De 16 à 25 inclus	2,5
De 25 à 32 inclus	4
De 32 à 40 inclus	6
De 40 à 63 inclus	10

^a Aux États-Unis, d'autres tailles de conducteurs sont appliquées

^b Aucun minimum spécifié, mais le constructeur doit déclarer la taille du conducteur pour les besoins des essais.

H.9.9.106 La conformité est vérifiée en appliquant, sans secousse, une traction progressive de 20 N sur chaque conducteur pendant 1 minute. L'ensemble ne doit pas connaître de déplacement significatif des conducteurs à fils ni de dommage. Il ne doit y avoir aucun signe de contournement ni de claquage lorsque le produit est soumis à l'essai de rigidité diélectrique de 10.1 entre la partie active et l'enveloppe.

H.11.2 Température de maintien, T_h

Paragraphes complémentaires:

H.11.2.3.101 L'ensemble conditionné de protecteurs thermiques est connecté à un circuit de charge résistive qui est paramétré pour que le protecteur thermique soit traversé par le courant assigné à la température ambiante spécifiée par le constructeur.

H.11.2.3.102 La température du milieu où est situé l'ensemble conditionné de protecteurs thermiques doit être mesurée aussi près que possible du centre de l'espace occupé par l'échantillon et à une distance d'environ 50 mm de l'ensemble.

H.11.2.3.103 La température des parties et des surfaces doit être déterminée au moyen de thermocouples à fil fin (0,081 mm²) ou autre moyen équivalent, choisis et positionnés de façon à avoir un effet minimal sur la température de la partie en essai.

H.11.2.3.104 Le circuit est maintenu sous tension et sous charge pendant 7 heures.

H.11.2.3.105 À l'issue de l'essai, alors qu'il est encore chauffé, l'ensemble conditionné de protecteurs thermiques est soumis à l'essai de rigidité diélectrique de 10.1.

H.11.2.3.106 La conformité est vérifiée en s'assurant que les températures mesurées sur le matériau du boîtier, les languettes ou les conducteurs à fils, l'époxy, etc., n'ont pas dépassé les valeurs maximales autorisées pour les matériaux utilisés pour ces composants. De plus, l'ensemble est conforme aux exigences de 10.1.

Bibliographie

IEC 60085:2007, *Isolation électrique – Évaluation et désignation thermiques*

IEC 60695-10-3:2002, *Essais relatifs aux risques du feu – Partie 10-3: Chaleur anormale – Essai de déformation par réduction des contraintes de moulage*

IEC 60695-11-20:1999/AMD1:2003, *Essais relatifs aux risques du feu – Partie 11-20: Flammes d'essai – Méthodes d'essai à la flamme de 500 W*

IEC 60127-1:2006/AMD1:2011, *Miniature fuses – Part 1: Definitions for miniature fuses and general requirements for miniature fuse-links* (disponible en anglais seulement)

IEC 60216-1:2013, *Matériaux isolants électriques – Propriétés d'endurance thermique – Partie 1: Méthodes de vieillissement et évaluation des résultats d'essai*

IEC 60695-2-11:2014, *Essais relatifs aux risques du feu – Partie 2-11: Essais au fil incandescent/chauffant – Méthode d'essai d'inflammabilité pour produits finis (GWEPT)*

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